

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Milena Nestić

ZAGREB, 2010.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Dr.sc. Mario Štorga, docent

Komentor:

Danijel Rhode, dipl.ing.

Milena Nestić

ZAGREB, 2010.

Sažetak rada:

Ovaj rad bavi se problematikom štetnog utjecaja proizvoda na okoliš kroz čitav njegov životni vijek. Analiza se provodi metodom Eco – Indicator 99 koja služi za ocjenjivanje štetnog utjecaja proizvoda na okoliš. Svrha ove procjene je prepoznavanje faze životnog ciklusa u kojoj proizvod najviše šteti okolišu.

Proizvod koji se analizira je spremnik vode za vatrogasna vozila tvrtke Ziegler d.o.o. Spremnik dolazi u izvedbi od poliesterskog fiberglasa (GFK) i nehrđajućeg čelika (INOX) a u ovom se radu usporedno analiziraju obje izvedbe i ocjenjuje njihov štetan utjecaj na okoliš.

SADRŽAJ

POPIS SLIKA I TABLICA	6
POPIS MJERNIH JEDINICA	7
1. UVOD	9
2. ŽIVOTNI CIKLUS MATERIJALA	10
2.1. LCA metoda	11
2.1.1. Glavni principi i faze analize LCA	12
2.2. ISO norme i LCA	13
3. POTROŠNJA RESURSA	15
3.1. Potrošnja materijala	16
3.1.1. Princip odabira materijala prilikom konstruiranja	17
3.1.2. Recikličnost materijala	18
3.1.3. Emisije CO ₂	19
3.2. Potrošnja energije	20
3.3. Rezerve resursa	22
4. METODA ECO INDICATOR 99 (EI 99)	23
4.1. Eko – indikatori	23
4.2. Koraci za primjenu eko – indikatora	25
5. USPOREDNA ANALIZA GFK I INOX SPREMNIKA VODE I PJENE TVRTKE ZIEGLER METODOM ECO INDICATOR 99	28
5.1. Primjena metode Eco indicator za analizu spremnika	30
5.1.1. Mogućnosti za konstrukcijska poboljšanja	44
6. ZAKLJUČAK	45
7. POPIS LITERATURE	46

POPIS SLIKA I TABLICA

Slika 1. Životni ciklus materijala koji se koriste u proizvodima

Slika 2. Faze životnog vijeka proizvoda

Slika 3. Model upravljanja okolišem

Slika 4. Lanac opskrbe materijalima

Slika 5. Prikaz potrošnje pojedine skupine materijala u postocima

Slika 6. Količine CO₂ koje se godišnje ispuštaju u atmosferu u procesu dobivanja pojedinog materijala

Slika 7. Prikaz potrebne količine energije za dobivanje materijala po jedinici

Slika 8. Kretanje otkrića nalazišta nafte od početka 20. st. do 2040.

Slika 9. Opća procedura za izračunavanje i dobivanje vrijednosti eko - indikatora

Slika 10. Proizvodni pogon tvrtke Ziegler d.o.o. Zagreb

Slika 11. Tehnička dokumentacija spremnika koji se koriste u analizi

Slika 12. Stablo procesa za spremnik od INOX – a

Slika 13. Stablo procesa za spremnik od GFK materijala

Slike 14. Tablica s popisom djelova spremnika te materijala od kojih su napravljeni za GFK spremnik

Slika 15. Tablica s popisom djelova spremnika te materijal od kojeg je napravljen INOX spremnik

Slika 16. Proračun dužine zavara INOX spremnika

Tablica [1.] Popis materijala i proizvodnih procesa za dobivanje dvije izvedbe spremnika

Tablica [2.] Podaci iz literature korišteni u analizi

Tablica [3.] Obrazac za izračun eko – indikatora kroz životne faze GFK spremnika

POPIS MJERNIH JEDINICA

°C – stupanj Celzijusa

EJ – eksa džoul

kg – kilogram

kg/kg – kilogram po kilogramu

km – kilometar

kWh – kilovatsat

l – litra

MJ/kg – mega džoula po kilogramu

mm – milimetar

mpt – milipoints (mili jedinica)

mpt/kg – mili jedinica po kilograma

mpt/kWh – mili jedinica po kilovatsatu

mpt/l – mili jedinica po litri

mpt/MJ – milijedinica po mega džoulu

Izjavljujem da sam ovaj završni rad radila samostalno, svojim znanjem te uz pomoć navedene literature.

Zahvala:

Zahvaljujem mentoru, doc.dr.sc. Mariu Štorgi na savjetima, preporukama i usmjeravanju u izradi završnog rada

Zahvaljujem i konstrukcijskom odjelu tvrtke Ziegler d.o.o. na ustupljenoj dokumentaciji te savjetima.

1. UVOD

Okoliš se može promatrati kao složeni sustav baš kao i ljudsko društvo. Ti se sustavi medusobno isprepliću, a posljedice koje time nastaju teško su predvidive i mogu biti pobubne za oba sustava. Jedna od tih posljedica je negativan utjecaj ekosustav u kojem živimo i o kojem ovisimo. Neke od posljedica koje ljudske aktivnosti imaju na okoliš poznate već dulje vrijeme, dok su neke od posljedica još neistražene i ne znamo točno koliki utjecaj imaju na naš okoliš.

Održivost ekosustava pod utjecajem moderne industrije moguća je ako se svi sudionici ponašaju odgovorno. Krajnji cilj je uzeti u obzir utjecaj na okoliš u svakodnevnom koje se događa u tvrtkama širom svijeta. Svjedoci smo koliki se napor ulaže na najvišoj razini za postizanje globalnih dogovora vezanih uz utjecaj koju ljudska djelatnost ima na okoliš. Da bi se aspekt utjecaja na okoliš približio i ljudima koji sudjeluju u razvoju proizvoda, razvijene su razne metode koje služe za analizu proizvoda u svrhu utvrđivanja njihovog utjecaja na okoliš. Osnova takvih metoda je i LCA (Life Cycle Assessment) pristup za ocjenjivanje utjecaja koji proizvod ima na okoliš tijekom cijelog životnog vijeka. Potpuno ocjenjivanje utjecaja životnog vijeka proizvoda je metoda čije izvođenje je vremenski zahtjevano te skupo. Temeljem LCA preporuka su zato razvijene jednostavnije metode poput Eco – Indicator 99 koje mogu poslužiti u ranim fazama razvoja za brzu i efikasnu analizu i vrednovanje proizvoda koji mogu obaviti sami razvojni inženjeri.

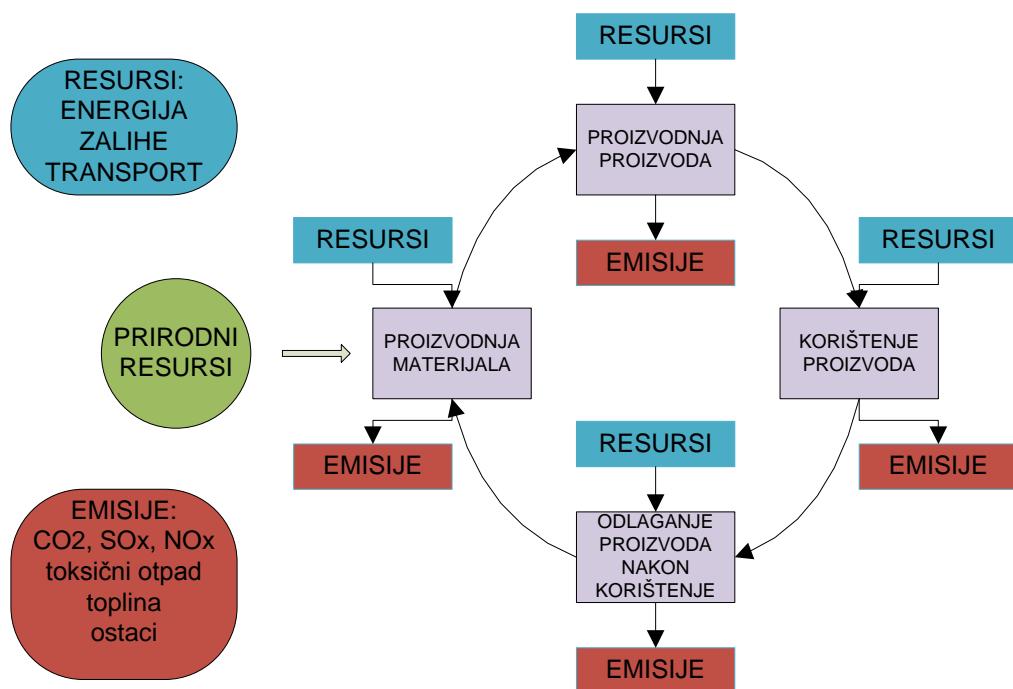
Cilj ovog rada je prema principima Eco – Indicator 99 metode usporedno analizirati dvije izvedbe spremnika vode i pjene koji se ugrađuju u vatrogasna vozila tvrtke Ziegler d.o.o. Analizom je potrebno utvrditi u kojoj fazi životnog vijeka ovi proizvodi imaju najveći negativni utjecaj na okoliš. Promatraju se četiri faze životnog vijeka, i to dobivanje materijala, proizvodnja gotovog proizvoda, korištenje proizvoda i odlaganje proizvoda nakon njegovog korištenja. Temeljem analize dane su preporuke za poboljšanje postojećih proizvoda sa svrhom što manjeg ukupnog štetnog utjecaja na okoliš.

2. ŽIVOTNI CIKLUS MATERIJALA KOJI SE KORISTE ZA IZRADU PROIZVODA

Materijali koji se koriste u proizvodima imaju svoj životni ciklus. Oni su dobiveni iz ruda i dalje prerađivani proizvodnim postupcima u proizvode koji se distribuiraju do korisnika i koriste. Baš kao i ljudi, tako i proizvodi imaju svoj konačni životni vijek. Na kraju svog životnog vijeka ti proizvodi postaju otpad. Međutim, neki materijali od kojih su proizvodi napravljeni mogu se reciklirati i ponovo upotrijebiti kao sirovina za izradu drugih proizvoda.

Ideja o promatranju životnog ciklusa materijala potječe iz biologije gdje se prate živi organizmi koji se rađaju, razvijaju, dozrijevaju, stare i na kraju umiru. Proučavanje životnog ciklusa u biologiji istražuje i prati interakciju organizama sa njihovom okolinom. Ta ideja je prilagođena i primjenjuje se i u metodama u području razvoja proizvoda gdje se prati interakcija proizvoda sa prirodnom, socijanom i poslovnom okolinom.

Studija o životnom ciklusu proizvoda uključuje određivanje njihovog utjecaja na okoliš tijekom cijelog njihovog životnog vijeka, od dobivanja sirovog materijala iz ruda i prirodnih nalazišta, preko prerade u gotove proizvode, pa sve do njihovog odlaganja i vraćanja u okoliš u obliku otpada ili sirovine za novi ciklus. Životni ciklus materijala koji se koriste u proizvodima prikazan je na slici 1.



Slika 1. Životni ciklus materijala koji se koriste u proizvodima

Energija i materijali koriste se u svakoj fazi životnog ciklusa proizvoda osiromašujući tako prirodne resurse. Korištenje resursa u svakoj fazi uzrokuje emisije štetnih tvari kao što su ugljikov dioksid (CO₂), sumporovih oskida (SO_x) i dušikovih osida (NO_x) te emisije ostalih otpadnih tvari. U malim količinama sve te otpadne tvari su bezazlene. Međutim, problem nastaje kada njihove količine premašuju količine koje je okoliš u stanju apsorbirati.

Studija koja prati potrošnju resursa, emisije te njihov utjecaj na okoliš naziva se LCA metoda (Life Cycle Assessment). LCA prati proces životnog vijeka proizvoda i dokumentira potrošnju svih resursa kao i emisije u svakoj fazi toga procesa. Rezultat LCA studije je neka vrsta biografije,tj. dokumentacija svega što je materijal koji je korišten tijekom životnog ciklusa proizvoda „prošao“ i posljedice koje je uzrokovao u svom okolišu.

2.1. LCA metoda

LCA je metoda koja mjeri, analizira i sumira potrošnju energije i sirovina, emisije onečišćenja u okoliš i druge značajne utjecaje tijekom ukupnog životnog ciklusa proizvoda. LCA je svojevrstan pokušaj mjerjenja utjecaja proizvoda u svim njegovim životnim fazama na ekosustav, te pruža okvir za identifikaciju, analizu i plansko smanjenje negativnih ekoloških rezultata u pojedinim fazama životnog ciklusa proizvoda. LCA je vrlo značajan i efikasan alat pri razvoju proizvoda, inovacija ili rekonstruiranju postojećih proizvoda.

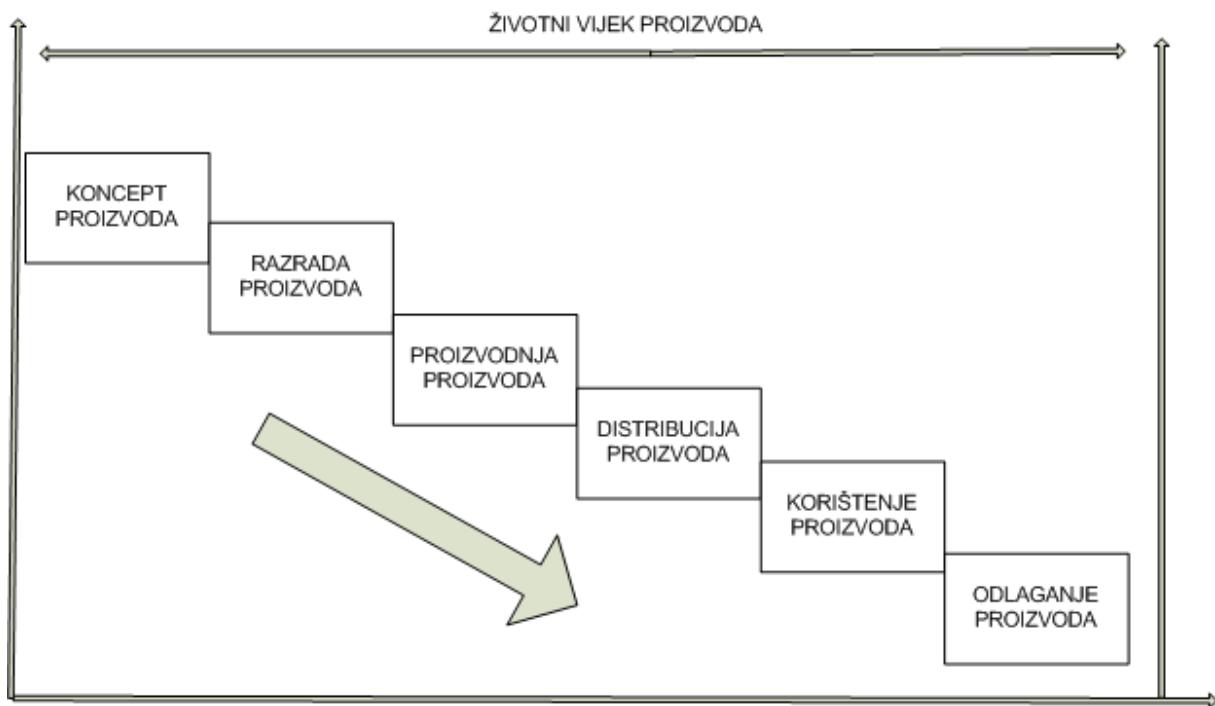
Razmišljanja o LCA metodi su se prvi put pojavila u raniм 70 – im godinama XX. stoljeća s prvobitnom namjenom da se istraži potrebna količina energije za pojedine proizvodne procese. Tada je bilo bitno pronaći kritične točke u proizvodnji s aspekta utjecaja na okoliš te načine kako ih poboljšati i učiniti efikasnijim. Za bolje opisivanje i reguliranje ove metode razvijena je i serija ISO standarda 14000 koji služe za upravljanje ekološkim zahtjevima i osiguranju njihova provođenja. Kasnije u ovom radu, u poglavljju 2.2. su ti standardi biti malo detaljnije opisani.

Temeljem LCA razmatranja razvijena je i metoda Eco – Indicator 99 koja služi za vrednovanje utjecaja na okoliš u ranim fazama razvoja proizvoda. Ovom se metodom analizira i uspoređuje opterećenje okoliša povezanih s tokovima energije i materijala, a detaljno je također opisana kasnije, u poglavljju 4.

2.1.1. Glavni principi i faze analize LCA

Prema prihvaćenim standardima, mora razmatrati i dokumentirati izvore podataka koji se koriste za procjenu utjecaja na okoliš. Prije početka studije potrebno je jasno definirati ciljeve i opseg studije po kojima se onda i provodi analiza. Kvaliteta studije ovisi o definiranim ciljevima te je stoga potrebno definirati što se analizira u pojedinoj fazi životnog ciklusa proizvoda.

Životni ciklus proizvoda ne počinje njegovim pojavljivanjem na tržištu niti završava njegovim odlaganjem nakon upotrebe. On je mnogo složeniji i čini ga nekoliko faza koje su prikazane na slici 2. Faze se realiziraju sljedno, jedna za drugom, a u svakoj od njih sudjeluju različiti timovi stručnjaka. Neke se od faza se i preklapaju, odnosno mogu se promatrati paralelno.

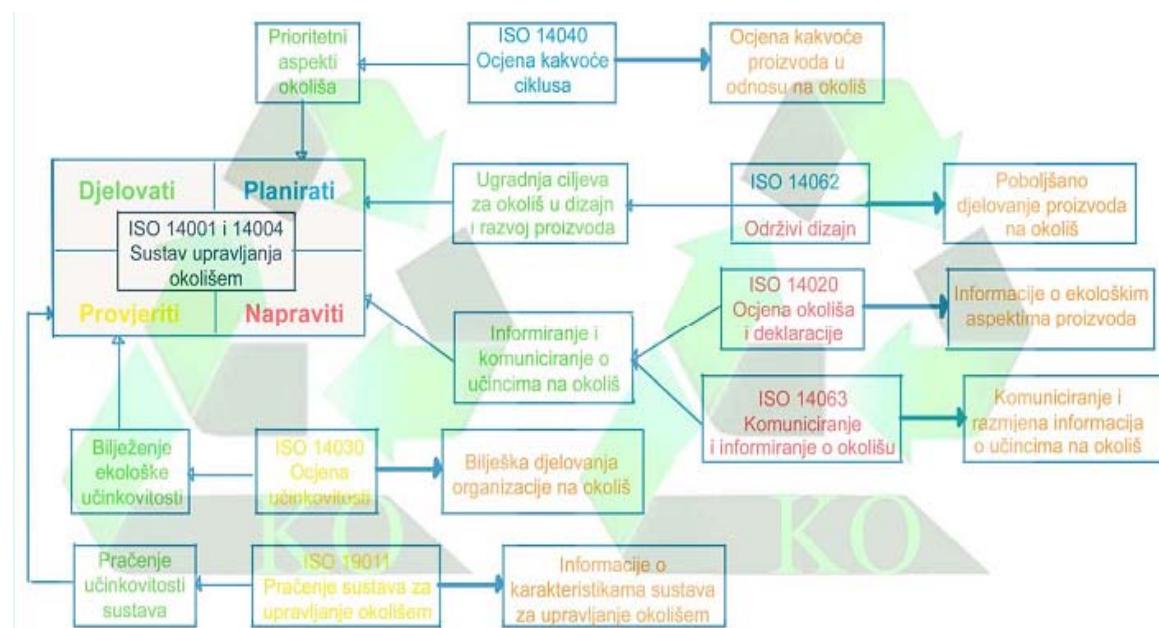


Slika 2. Faze životnog vijeka proizvoda

2.2. ISO norme i LCA

Međunarodna organizacija za standarde (ISO), izdala je ISO 14000 standarde u cilju pomaganja gospodarskim subjektima diljem svijeta u upravljanju ekološkim zahtjevima i osiguranju njihova provođenja. Uzimajući u obzir rastuću pažnju vezanu uz ekološka pitanja, organizacijama je potrebna pomoć na svim razinama kako bi se ispunili ekološki zahtjevi. ISO 14000 sastoji se od 21 – og standarda namijenjenih organizacijama u rukovođenju njihovim ekološkim zahtjevima i osiguranju da će njihova ekološka politika i praksa biti u skladu s ciljevima i misijom ISO organizacije.

Od 1997. godine na dalje ISO, propisuje metode po kojima se provodi LCA. To je obuhvaćeno standardom ISO 14040 te njegovim sljedbenicima 14041, 14042 i 14043. slika 3. prikazuje strukturu norme ISO 14000 – Model upravljanja okolišem.



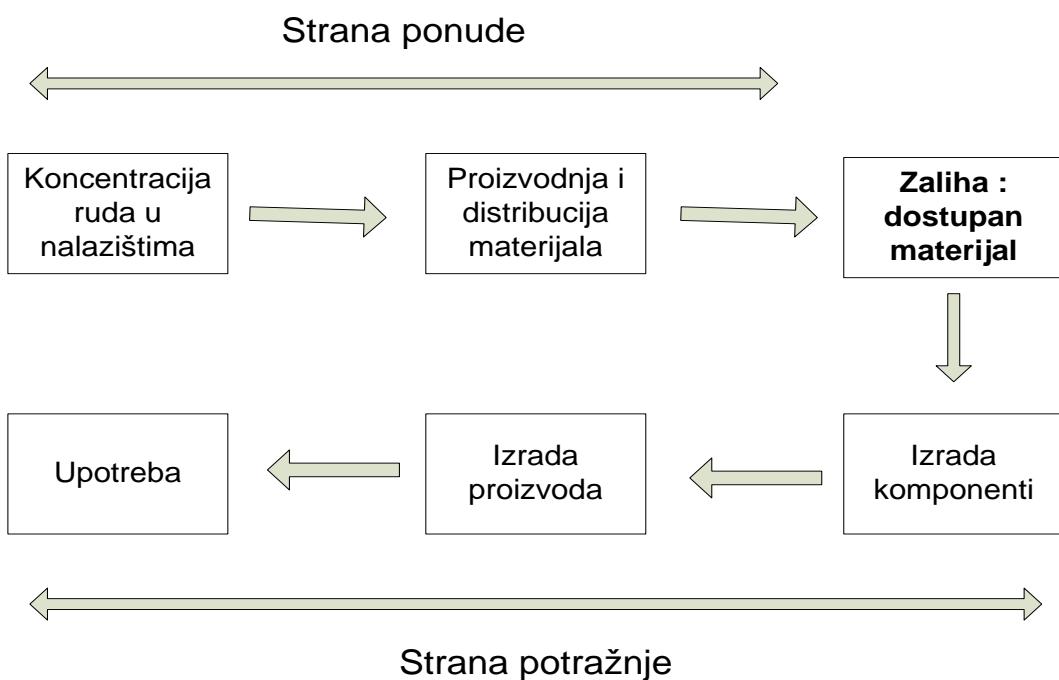
Slika 3. Model upravljanja okolišem

Direktna posljedica primjene ovih standarda je manje trošenje prirodnih resursa i energetika, te povećanje korištenja obnovljivih sirovina i izvora energije te smanjenje emisija zagađivanja i otpada.

Europska komisija je 2008. godine donijela paket prijedloga pod nazivom 20/20/20 za ublažavanje klimatskih promjena i utjecaja globalnog zagrijavanja koji su posljedica emisija štetnih tvari prilikom industrijske proizvodnje. Do 2020. god. Europa mora smanjiti emisiju stakleničkih plinova za 20 % , proizvoditi 20 % energije iz obnovljivih izvora te povećati energetsku učinkovitost za 20 % . Ovaj bi prijedlog trebao omogućiti smanjenje ukupnog negativnog utjecaja na okoliš.

3. POTROŠNJA RESURSA

Globalni rast ljudske populacije i njen razvoj zahtijevaju sve više energije i materijala. Rast potražnje za energijom i materijalima je eksponencijalan i iznosi između 3 i 6 posto na godinu. Većina sirovog materijala vadi se iz Zemljine unutrašnjosti i oceana. Lanac opskrbe materijalima prikazan na slici 4 prikazuje ravnotežu između ponude i potražnje. Ravnoteža između opskrbe određenim prirodnim resursom i njegove potražnje može biti poremećena zbog različitih globalnih utjecaja. Upravo zbog toga potrebno se odgovorno odnositi prema prirodnim resursima, smanjiti njihovu potrošnju i okrenuti se razvoju proizvoda koji u obzir uzima efikasnije energije i materijala.



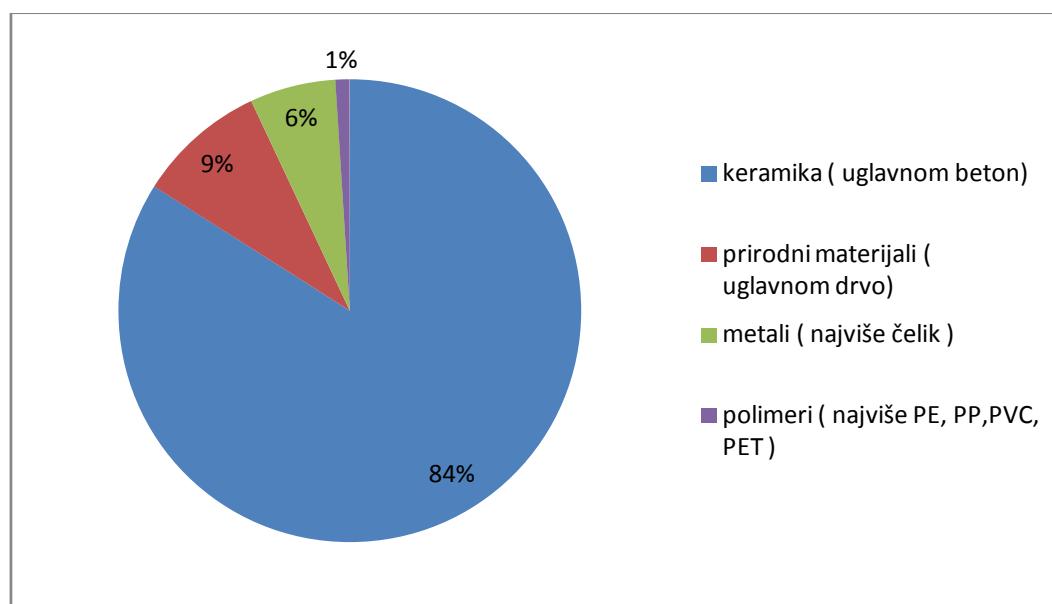
Slika 4. Lanac opskrbe materijalima

3.1. Potošnja materijala

Globalna potrošnja materijala iznosi oko 10 bilijuna tona inženjerskih materijala godišnje, što iznosi u prosjeku oko 1, 5 tona po osobi. Najveći dio toga otpada na potrošnju hidrokarbonskih goriva – nafte i ugljena i to oko 9 bilijuna tona godišnje.

U slici 5. prikazane su skupine materijala koje imaju najrašireniju uporabu. Najveća upotreba od svih materijala je upotreba keramika i to betona koja čini 84% potrošnje, a među najraširenijim su i asfalt te drvo koje spada u prirodne materijale (9%). Od metala se najviše koristi čelik zbog svojih neusporedivih mehaničkih karakteristika i cijene. Od ostalih metala raširene su legure obojenih metala te u manjem dijelu plemeniti metali poput srebra i zlata. Potrošnja metala iznosi 6 % od ukupne potrošnje materijala. Sljedeći po godišnjoj uporabi su polimeri koji čine svega 1% od ukupne potrošnje materijala. Najrašireniji su PE (polietilen), PVC (polivinilklorid), PP (polipropilen) i PET (polietilen-tereftala). Njihova uporaba prije pedesetak godina bila je minimalna ali ona je danas veća od uporabe svih metala, ako se izuzme čelik.

Materijali za koje se tek očekuje povećanje uporabe su karbonska vlakna. Prije dvadeset godina njihova uporaba bila je zanemariva a danas je na razini uporabe titana te bilježi ubrzani rast.



Slika 5. Prikaz potrošnje pojedine skupine materijala u postocima

3.1.1. Princip odabira materijala prilikom konstruiranja

Kod odabira materijala za neki proizvod potrebno je postići kompromis između potreba industrijskog dizajna i mehaničkih karakteristika materijala kako bi se dobila najbolja mogući kombinacija. Svi tehnički materijali prolaze karakterističan ciklus od dobivanja iz rudača, proizvodnje, prerade do uporabe, recikliranja i odlaganja. U tom ciklusu sirovine se po svojstvima i po obliku transformiraju u tehnički uporabive materijale, izratke te nakraju u konačne proizvode. Dobivanje sirovina za proizvodnju metalnih i nemetalnih tehničkih materijala čini manje od 20% svjetske prerade sirovina. Ipak, učinkovito pronalaženje i prerada ovih materijala predstavlja važnu tehničku, gospodarsku i političku zadaću.

Na količinu proizvodnje i potrošnju tehničkih materijala te uporabu otpadnog materijala koji se koriste u proizvodima, najviše utječe u fazi konstruiranja, odnosno samim odabirom materijala. Danas se osim tehničkih zahtjeva prilikom konstruiranja sve više uvažavaju tržišni i ekološki zahtjevi. Konstruktori postaju sve svjesniji da njihovi proizvodi pojedinačno ili sveukupno utječu na kvalitetu života te da se količinom proizvedenih dobara smanjuju prirodni resursi i zagađuje okoliš. Stoga se prilikom konstruiranja sve se više pažnje posvećuje očuvanju okoliša putem metoda konstruiranja po kriteriju utjecaja na okoliš.

Često se zahtjevi za recikliranjem materijala ne podudaraju sa ekonomičnošću proizvoda te njegovom konkurentnošću na tržištu. Ipak, društvena korist od recikliranih proizvoda je sve veća, te se sukladno tome i svijest kupaca mijenja u smislu da prepoznaju i tu kvalitetu proizvoda. Metode konstruiranja po kriteriju utjecaja na okoliš obuhvaćaju sljedeća načela :

- Utrošiti što manje energije u cijelom životnom ciklusu proizvoda
- Koristiti, gdje god je moguće, reciklirane materijale
- Primjenjivati tehnološke procese koji proizvode minimalne količine otpada, štetnih plinova i ostalih štetnih tvari
- Odabrati materijale koji se lako recikliraju
- Iskoristiti otpadne materijale, ako je to moguće, u proizvodnji
- Svim potrebnim dijelovima smanjiti masu kako bi se smanjila i energija koja je potrebna za njihovo pomicanje

Izbor najprikladnijeg materijala je sastavni dio procesa konstruiranja. Ispravan odabir uključuje razmatranje različitih kriterija i zahtjevne funkcije, zahtjeva proizvodnje i primjene

proizvoda, zahtjeve ekonomičnosti tijekom cijelog životnog vijeka, ali i zahtjeve zaštite okoliša. Zahtjevi na materijale i kriteriji njihovog izbora mogu se stoga svrstati u 7 grupa:

- 1.funkcionalnost
- 2.tehnologičnost
- 3.eksploatabilnost
- 4.ekoložnost – recikličnost i uništivost
- 5.raspoloživost
- 6.ekonomičnost
- 7.normiranost – standardnost

3.1.2. Recikliranje materijala

S porastom razine industrijalizacije raste i broj vrsta materijala koji se koriste u proizvodima, pa njihove kombinacije u znatno otežavaju recikliranje (prepoznavanje, razdvajanje, čišćenje i homogeniziranje). Zaštitni slojevi i prevlake na materijalima koji povisuju otpornost na trošenje i koroziju, ali i imaju dekorativnu svrhu dodatno otežavaju odvajanje različitih materijala. Recikliranje je najjednostavnije ako se proizvod sastoji od samojedne vrste materijala. U prošlosti je takvih primjera bilo znatno više ali je isto tako i izbor materijala bilo puno manji. Budući da je danas proizvodi sastoje od različitih vrsta materijala potrebno je slijediti neke preporuke da bi se postigla ušteda sirovina i materijala, te se postigla čim veća mogućnost za recikliranje materijala.

Uštede sirovina i materijala ostvaruju se konstrukcijskim rješenjima ili razmatranjem alternativnih materijala sličnih mehaničkih svojstava za materijale koji se teško recikliraju. Kriteriji za ocjenu reciklabilnosti materijala su sljedeći:

- Složenost prikupljanja
- Tehnološka složenost odvajanja od ostalih materijala
- Podnošljivost sa sličnim materijalima u fazi pretaljenja, drobljenja i miješanja
- Tehnološka složenost i troškovi ponovnog oblikovanja (uključujući i potrošnju energije) u reciklirane proizvode

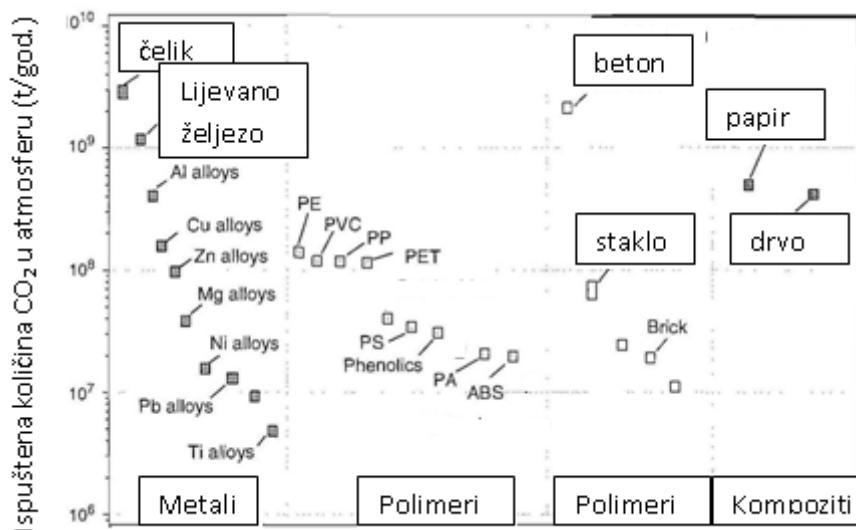
- Količina štetnih tvari i plinova proizvedenih prilikom recikliranja
- Svojstva recikliranog poluproizvoda u odnosu na primarno proizведен

Kod recikliranja materijala postoje i određeni problemi. Legirani (visokolegirani) metalni materijali su slabije reciklabilni od čistih metala ili nelegiranih metalnih materijala. Kod polimernih materijala postoje određene vrste koje se teže recikliraju a kod nekih se razvijaju opasni plinovi pri recikliranju. Duromeri i plastomeri se teže recikliraju u odnosu na termoplaste dok se biorazgradivi polimeri mogu kompostirati. Problem predstavljaju i novi kompozitni materijali koji se teško rastavljaju na sastavne komponente (npr. polimerni materijali ojačani staklenim vlaknima) čime je otežano njihovo recikliranje te su za to potrebni novi tehnološki postupci.

3.1.3. Emisije CO₂

Jedan od velikih problema današnje industrije je sve veća emisija stakleničkih plinova. Najveći utjecaj na učinak staklenika ima ugljikov – dioksid (CO₂). Da bi se smanjio učinak staklenika potrebno je posebnu pažnju usmjeriti na kontrolu emisije stakleničkih plinova u industrijskoj proizvodnji.

Proizvodnja materijala emitira u atmosferu enormne količine CO₂, te čini čak 20% ukupne globalne emisije ovog plina. Zbog toga je zanimljivo promatrati koji materijali tome najviše pridonose. Promatrajući glavne skupine materijala (metali, polimeri, keramika, kompoziti) najvećoj emisiji CO₂ doprinosi proizvodnja čelika, lijevanog željeza, aluminija te betona (cement). Njihovom proizvodnjom u atmosferu se ispusti više CO₂ nego kod proizvodnje svih ostalih materijala zajedno. Na slici 6. prikazana je uporedba raznih skupina materijala i količina CO₂ koja se pri njihovom dobivanju ispušta u atmosferu. Grupe materijala su poredane na apscisi dok se skala s količinom godišnje ispuštenog CO₂ (izražena u tonama po godini) nalazi na ordinati.



Slika 6. Količine CO₂ koje se godišnje ispuštaju u atmosferu u procesu dobivanja pojedinog materijala

3.2.Potrošnja energije

Uporaba energije je neodvojiva od proizvodnje materijala, njihove prerade, upotrebe i na kraju njihova odlaganja. U prirodi postoje zapravo samo četiri izvora energije. To su :

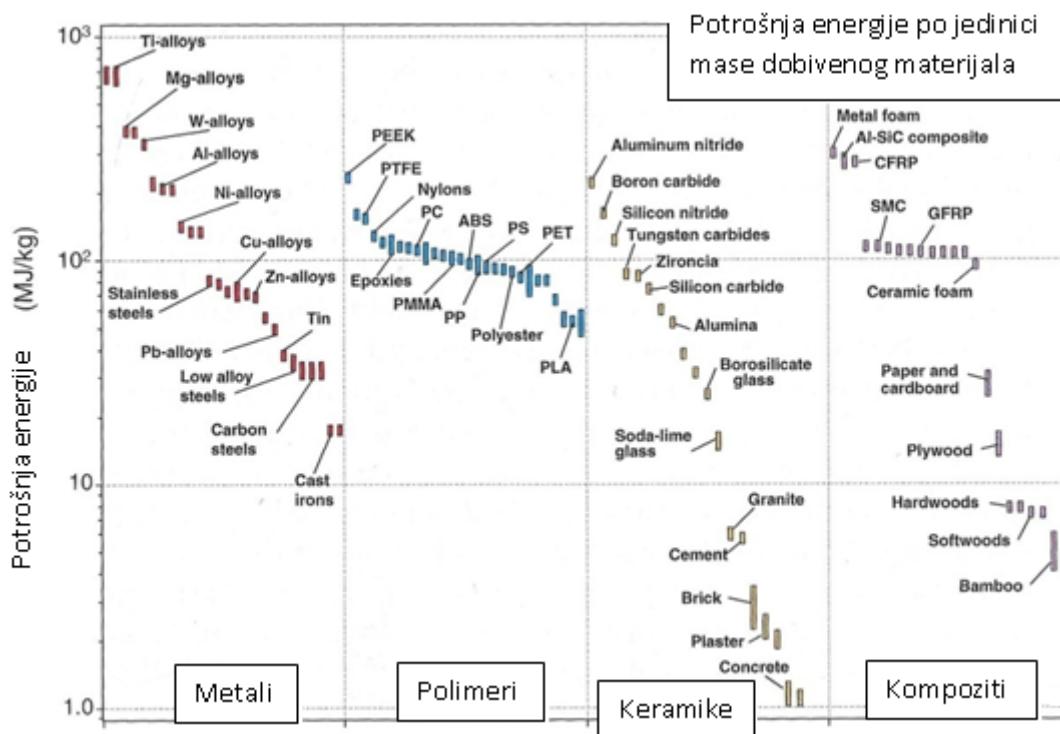
- Sunce – ono izaziva strujanje vjetra, valove, fotokemičke i fotoelektrične fenomene
- Mjesec – izaziva plimu i oseku
- Nuklearan raspad nestabilnih elemenata – daje geotermalnu toplinu i nuklearnu energiju
- Hidrokarbonska goriva – sunčeva energija u fosilnom obliku

Kada govorimo o svjetskoj potrošnji energije jedinica koju upotrebljavamo je eksadžoul (EJ) a jednaka je bilionu (10^{18}) džoula. Danas je ta potrošnja 500 EJ godišnje i naravno, raste. Fosilna goriva dominiraju u toj potrošnji i čine 86% potrošnje (od toga 23% čini ugljen, 24 % plin a 39% nafta) a slijede nuklearna energija s 7% . Potrošnju energije iz svih obnovljivih izvora energije (voda, vjetar, plima i oseka,solarna energija i dr.) čini samo 7% ukupne potrošnje.

Sva energija koju koristimo najvećim djelom odlazi u tri velika sektora : transport, stanovanje (grijanje, hlađenje i osvjetljavanje) te industriju, uključujući i proizvodnju materijala.

Da bi energija bila korisna, mora se nešto učiniti s njom što uključuje pretvorbu energije. Gotovo uvijek pretvorba nosi gubitke energije. Prema Prvom zakonu termodinamike energija ne može biti izgubljena već se ona pretvara u neki drugi oblik. Najčešće je to toplina.

Dobivanje materijala je također primjer pretvorbe energije. Dobivanje metala iz njihovih oksida, sulfida ili nekih drugih ruda uključuje pretvorbu toplinske ili električne energije u kemijsku – energija koja bi se u principu mogla iskoristiti za reoksidaciju ili resulfidaciju. Ta energija je mnogo manja od energije potrebne za dobivanje metala. Ostatak energije gubi se u obliku topline.



Slika 7. Prikaz potrebne količine energije za dobivanje materijala po jedinici mase

Na slici 7. prikazana je potrošnja energije za dobivanje materijala i to za četiri grupe materijala: metale, polimere, keramiku te hibridne tj. kompozitne materijale. Na ordinati je prikazana skala potrošnje energije a na apscisi su istaknute grupe materijala. Količina energije

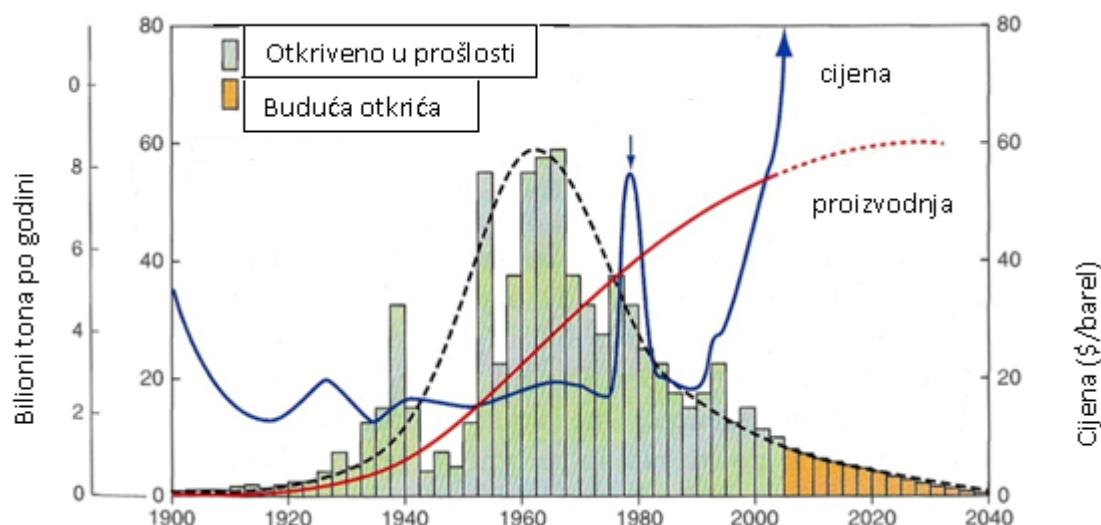
izražava se u MJ po kilogramu dobivenog materijala. Ovaj prikaz služi za usporedbu materijala te odabir materijala pri konstruiranju po kriteriju ekološke prihvatljivosti.

3.3. Rezerve resursa

Materijali o kojima ovisi industrija dobivaju se iz Zemljine rezerve minerala. Logično je pretpostaviti da su te rezerve tj. količina minerala koja se može koristiti prije nego dođe do iscrpljenja, konačne. Međutim, rezerve su ustvaru ekonomski pojam te one rastu ili se smanjuju ovisno o ekonomskim, tehničkim i pravnim uvjetima.

Baza resursa (ili samo resursi) minerala je ukupna totalna količina i mnogo je veća od ekonomskog pojma rezervi. Ona uključuje sve poznata i nepoznata ležišta minerala kao i ona koja se trenutno ne mogu iskorištavati ali bi mogla postati dostupna u budućnosti. Uzimajući sve to u obzir baza resursa je mnogo veća od rezervi.

Na slici 8. prikazan je primjer za naftu. Na njoj se vidi količina barela koja se godišnje otkrila do danas (zeleno označeni stupci), dok su žuto označeni stupci koji predstavljaju pretpostavku o količini budućih otkrića ležišta nafte do 2040. godine. Plavo označena linija predstavlja kretanje cijene barela nafte izražene u dolarima. Vidljiv je njen nagli rast krajem 90 – ih godina 20. stoljeća. Cijena nafte će i u budućnosti samo rasti jer se pretpostavlja smanjenje zaliha nafte kao i iscrpljenje nalazišta. Proizvodnja naftnih derivata raste i predviđa se njen rast i u budući zbog sve većih potreba industrije.



Slika 8. Kretanje otkrića nalazišta nafte od početka 20. st. do 2040. godine

4. METODA ECO INDICATOR 99 (EI 99)

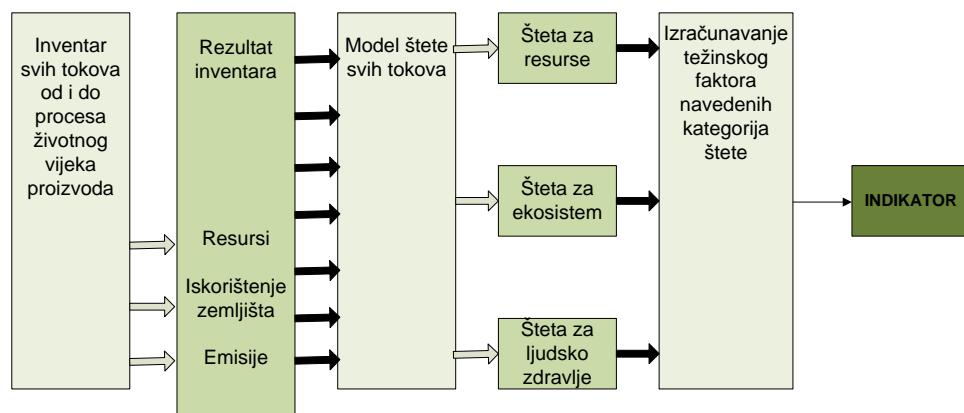
ECO indicator metoda spada u metode analize i usporedbe utjecaja na okoliš povezanih s tokovima materijala i energije. Podaci se grupiraju u različite kategorije utjecaja, te postoji standardni model klasifikacije utjecaja na okoliš. Osim klasifikacije potrebno je provesti kvantifikaciju utjecaja na okoliš. Određivanje težinskih faktora za svaki utjecaj je posebno značajan dio ove metode.

4.1 Eko – indikatori

Ideja o nastanku ekoloških indikatora inicirana je krajem '90 – ih godina XX. stoljeća u Nizozemskom ministarstvu građevinarstva, prostornog uređenja i okoliša s namjerom da se potakne briga za okoliš. Eko indikator metoda se može shvatiti kao nadogradnja LCA metode. Okosnica metode je „politika integriranog proizvoda“ u čijem je središtu sustav upravljanja okolišem koji je usmjeren na razvoj novih i redizajniranje postojećih sukladno njihovom utjecaju na okoliš. Glavni ideja eko indikatora je usporedba dvaju proizvoda ili dviju varijanti istog proizvoda s aspekta utjecaja na okoliš, a vrijednosti eko indikatora upućuju na moguće pravace poboljšanja proizvoda.

Standardni eko indikatori su brojevi koji izražavaju ukupan utjecaj na okoliš nekog proizvoda ili procesa. Veći broj jedinica znači veći utjecaj na okoliš. Tri su osnovna koraka kroz koja se definira vrijednost indikatora utjecaja na okoliš a vidljivi su i na slici 9. Koraci potrebni za dobivanje vrijednosti indikatora su sljedeći:

- prebrojavanje relevantnih emisija, te iskorištavanja resursa u svim fazama životnog vijeka proizvoda – tzv. tehnosfera
- izračun šteta na okoliš koje su posljedica životnog vijeka proizvoda. Ocjenjuje se šteta na ljudsko zdravlje, kvalitetu ekosustava i resurse – tzv. ekosfera
- Izračunavanje težinskog faktora za prethodno navedene kategorije štete – tzv. sfera vrijednosti



Slika 9. Opći postupak za izračunavanje i dobivanje vrijednosti eko - indikatora

Pri razmatranju utjecaja u tehnosferi koriste se tehnička znanja za mjerjenja i opis utjecaja životnog vijeka proizvoda i proizvodnih procesa na okoliš. U ovoj je sferi zbog korištenja egzaktnih znanosti mala mogućnost greške (nekoliko posto). Pri sagledavanju tehnosfere kreira se model životnog vijeka proizvoda i izrađuje se „tablica inventara“.

U idućoj sferi koju promatramo, ekosferi se korištenjem prirodnih znanosti kreira model promjena (šteta) nastalih u okolišu. Modeli koji se ovdje primjenjuju mogu dati podatke manje točnosti. Ova faza služi za povezivanje „tablice inventara“ s tri kategorije moguće štete – na ljudsko zdravlje, na kvalitetu ekosustava te na neobnovljive izvore energije (resursi). Prva kategorije štete, šteta na ljudsko zdravlje zasniva se na ideji da biva živa bića trebala živjeti bez bolesti, poteškoća i prerane smrti izazvanih promjenama u okolišu. Izražava se u izgubljenim godinama života i godinama života s tjelesnim i psihičkim nedostacima. Šteta na ekosustav zasniva se na ideji da ostale vrste živih bića (životinje i biljke) ne bi trebale pretrpjeti istrjebljenje njihovih vrsta i geografska premještanja. Izražava se u gubitku živih vrsta na nekom području u određenom vremenu. Šteta na neobnovljive izvore energije zasniva se na ideji da bi prirodni izvori neživih neobnovljivih dobara (minerali, rudače, fosilna goriva...) trebali biti dostupni i budućim generacijama. Izražava se u količini energije potrebnoj za iskorištenje izvora minerala i fosilnih goriva.

Posljednja sfera koju promatramo je sfera vrijednosti. Ova se sfera koristi za povezivanje tri prethodno navedene kategorije štete u jedinstveni eko indikator. Ovaj proces povezivanja u jedinstveni eko indikator naziva se normizacija. Izračunava se relativan doprinos izračunatih šteta u ukupnoj šteti. Pri sagledavanju sfere vrijednosti izrađuje se procjena ozbiljnosti nastalih promjena (šteta) u okolišu. Krajnji rezultat je standardni eko indikator koji se koristi za analizu proizvoda i procesa.

Standardni eko – indikatori dostupni su u tablicama i to za materijale (uključuju sve faze proizvodnje sirovina), proizvodne procese (emisije tijekom samog procesa), transportne procese (emisije vozila ali i one koje su proizašle iz dobivanja potrebnog goriva), procese proizvodnje energije (indikatori se odnose na dobivanje i proizvodnju goriva, prijenos energije i dobivanje električne energije, razlikuju se ovisno za koju državu Europe se izračunavaju) te odlaganje proizvoda nakon korištenja (različiti su načini odlaganja otpada pa je potrebno dobro razmisliti kod izbora ovog indikatora koji način odlaganja odabrat). Tablice sa standardnim eko – indikatorima priložene su u dodatku ovog rada

4.2 Koraci za primjenu eko indikatora

Kako bi se osigurala ispravna upotreba eko indikatora, postoje koraci koji se moraju slijediti. Preporučljivo je u većini slučajeva započeti s jednostavnom analizom i isprva dobiti približne kalkulacije. Podaci se mogu naknadno dodavati i provjeravati. Detalji se također dodaju naknadno da ne bi izgubili mnogo vremena na njih. Koraci koji se moraju slijediti pri izračunu eko indikatora su sljedeći:

1. Utvrditi svrhu izračuna eko indikatora

- Opisati proizvod ili komponentu proizvoda koja se analizira
- Definirati da li se analizira jedan specifičan proizvod ili se uspoređuje nekoliko različitih proizvoda
- Definirati stupanj potrebne preciznosti izračuna

Ako je svrha izračuna dobiti brzi pregled cjelokupnog proizvoda i odrediti fazu u njegovom životnom vijeku koja je najštetnija za okoliš, dovoljno je u analizu uključiti samo osnovne elemente proizvoda. Time ćemo dobiti približan izračun uključujući samo glavne procese životnog vijeka proizvoda. U dalnjim analizama moguće je detaljnije razmatrati elemente proizvoda da bi se odlučilo o mogućim poboljšanjima proizvoda gledano s ovog aspekta.

2. Definirati životni vijek proizvoda koji se analizira

- Napraviti shematski prikaz životnog ciklusa proizvoda vodeći računa o proizvodnji, uporabi proizvoda i njegovom odlaganju nakon uporabe
- Potrebna je analiza ne samo proizvoda već i svih procesa vezanih uz životni vijek

Ovaj korak uključuje opis ne samo proizvoda već i cijeli njegov životni vijek. Performanse proizvoda te scenarij njegovog odlaganja vrlo su bitan dio opisa. Shematski prikaz koji se radi u ovom koraku daje koristan pregled svih faza životnog vijeka i materijala koji je potreban za daljnju analizu.

3. Kvantificirati materijale i procese

- Potrebno je odrediti funkcione jedinice proizvoda
- Pobrojati sve važne procese
- Definirati pretpostavke za podatke koji nedostaju

Kvantificiranje se može utvrditi za svaki proces i materijal. Ipak nisu svi detalji životnog vijeka proizvoda poznati. Iz tog razloga potrebno je donijeti neke pretpostavke vezane uz te nepoznate podatke. Pretpostavke mogu ići u dva pravca :

- Ispuštanje određenih procesa ili komponenti iz analize. To je dozvoljeno samo u slučaju da je utjecaj tih komponenti minimalan u usporedbi s konačnim rezultatima utjecaja na okoliš.
- Korisnik sam vrši pretpostavke i na temelju njih kvantificira.

Općenito gledano, bolje je donijeti pretpostavke na početku analize, zbog uštede vremena, a ako je potrebno na kraju se napravi detaljna analiza sa svim preciznim podacima.

4. Popuniti obrazac za izračun eko indikatora

- Potrebno je pobrojati i upisati sve materijale, procese i njihove količine
- Unijeti sve vrijednosti eko indikatora iz tablica
- Izračunati rezultate množenjem količine s vrijednostima indikatora

- Zbrojiti sve rezultate u ukupnu vrijednost

Podaci o iznosima dostupni su iz literature pa se oni koriste u izračunu. U slučaju da nema dostupne vrijednosti eko indikatora za pojedini materijal ili proces može doći do problema koji se može riješiti na sljedeće načine:

- Provjeriti da li vrijednost indikatora koji nedostaje ima značajniji utjecaj na konačni rezultat utjecaja na okoliš
- Zamijeniti indikator koji nedostaje sa poznatim. Npr. vrijednosti indikatora za polimere su u približno jednakim rasponima pa je moguće poznati indikator upotrijebiti za polimer kod kojeg je indikator nepoznat
- Pokušati izračunati novu vrijednost indikatora, za to su dostupni i neki softverski paketi

5. Interpretirati rezultate

- Kombinirati prepostavke sa stvarnim rezultatima
- Provjeriti točnost prepostavki
- Provjeriti da li je ispunjen cilj izračuna

Analizirati koji proces ili faza u životnom vijeku proizvoda imaju najveću važnost ili koja faza ima najmanji utjecaj na okoliš. Uvijek je potrebno provjeriti efekte prepostavki, da li se njihovom promjenom značajnije mijenja rezultat i ako je tako potrebno je ponovo izvršiti analizu sa izmijenjenim prepostavkama.

5. USPOREDNA ANALIZA GFK I INOX SPREMNIKA VODE I PJENE TVRTKE ZIEGLER METODOM ECO INDICATOR 99

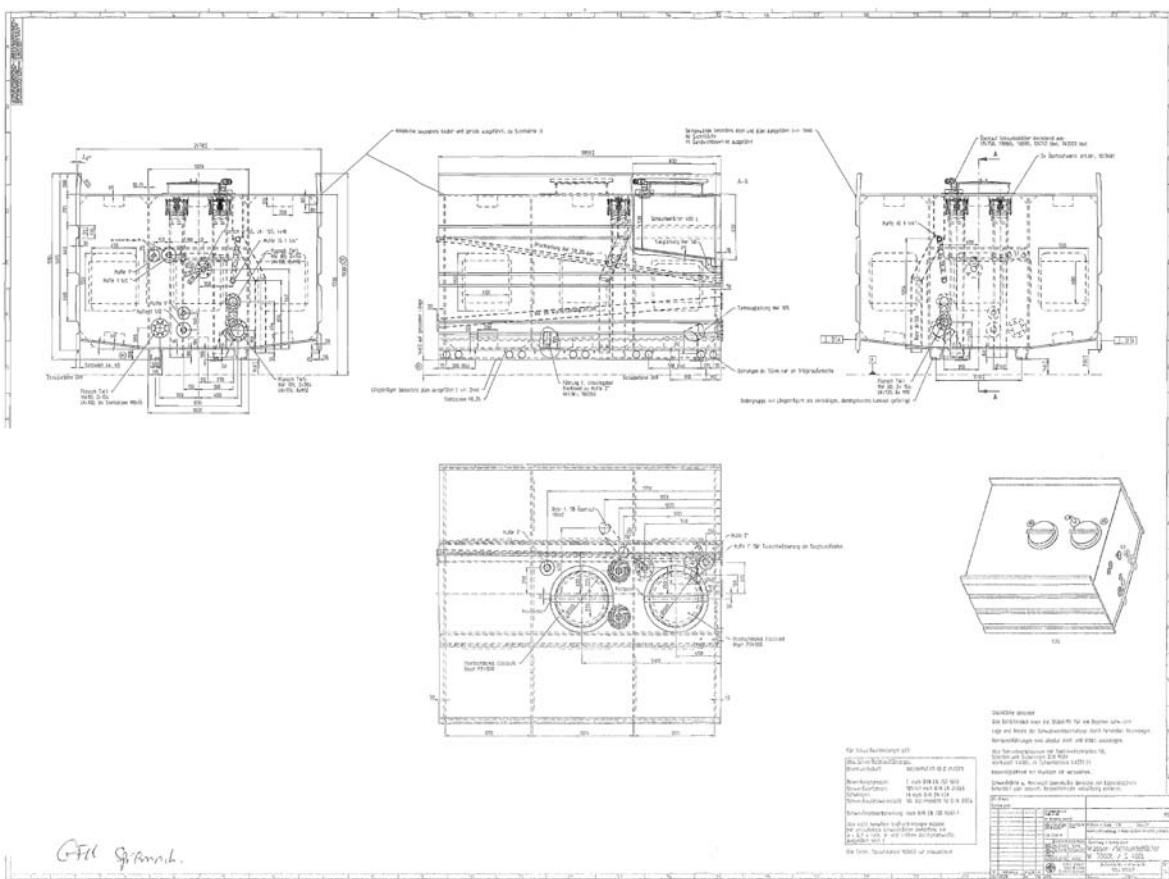
Proizvod koji je predmet analize u ovom radu je spremnik vode i pjene koji se ugrađuje u vatrogasna vozila tvrtke Ziegler d.o.o. Tvrta Ziegler d.o.o. Zagreb osnovana je 21.12.2000. godine, a na današnjoj lokaciji počela je s radom 01.02.2001.godine. Tvrta je podružnica matične tvrtke Albert Ziegler Giengen, Njemačka. Albert Ziegler GmbH & Co koja je danas najveći proizvođač vatrogasnih vozila u Njemačkoj i jedan od najvećih u svijetu. Zapošljava 600 radnika koji godišnje proizvode oko 600 vozila. U ostalim izdvojenim pogonima u njemačkoj, Nizozemskoj, Španjolskoj, Italiji, Indoneziji i Hrvatskoj zaposleno je još preko 400 djelatnika.

Ziegler d.o.o. Zagreb projektira i proizvodi vatrogasne nadogradnje, namijenjene izvozu ali i za hrvatsko tržište, sukladno važećim europskim normama i zahtjevima profesionalnih vatrogasaca. Tvrta ima čvrsto opredjeljenje za smanjenje i sprječavanje onečišćenja okoliša.



Slika 10. Proizvodni pogon tvrtke Ziegler d.o.o. Zagreb

Spremni koji su predmet analize imaju volumen 7000 l. Dolaze u dvije izvedbe, od nehrđajućeg čelika (dalje u tekstu INOX spremnik) te od poliesterskog fiberglasa ili gfk materijala (dalje u tekstu GFK spremnik). Analiza se provela u pet koraka sukladno metodi Eco indicator 99 koja je detaljno opisana u prethodnom poglavljju. Na slici 11. prikazana je tehnička dokumentacija spremnika kojii se analizira u ovom radu (ispis na većem formatu priložen je ovom radu).



Slika 11. Tehnička dokumentacija spremnika koji se koristi u analizi

5.1. Primjena metode Eco indicator 99 za analizu spremnika

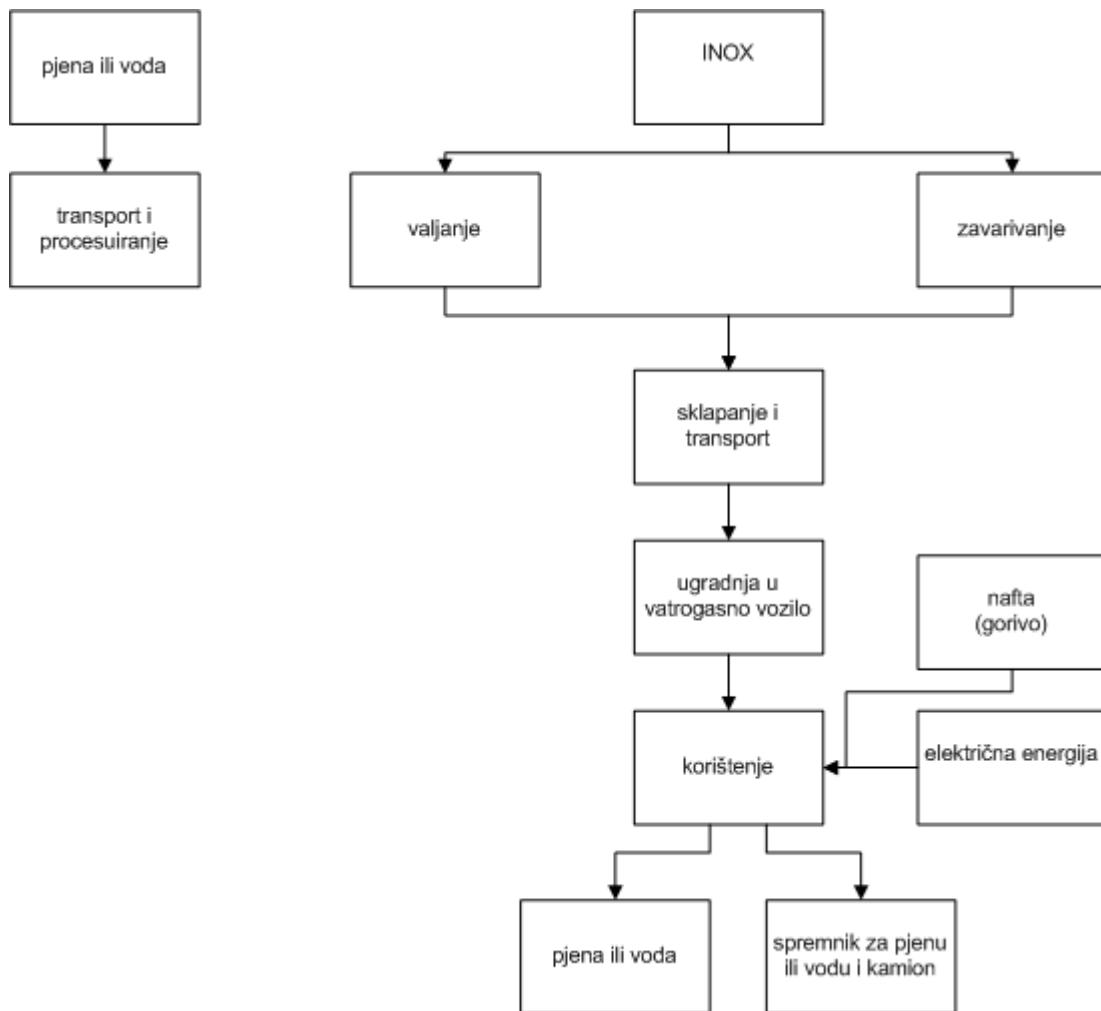
1. Utvrđivanje svrhe izračuna

Analizom je potrebno usporediti dvije izvedbe spremnika te utvrditi moguća poboljšanja s aspekta utjecaja na okoliš, te utvrditi koja je izvedba ekološki prihvatljivija. Usporedbom konačnih iznosa eko indikatora na kraju svih faza životnog vijeka spremnika zaključiti će se koja je faza najkritičnija s ekološkog stajališta za pojedinu izvedbu, te gdje su moguća poboljšanja da bi se smanjio negativan utjecaj spremnika na okoliš.

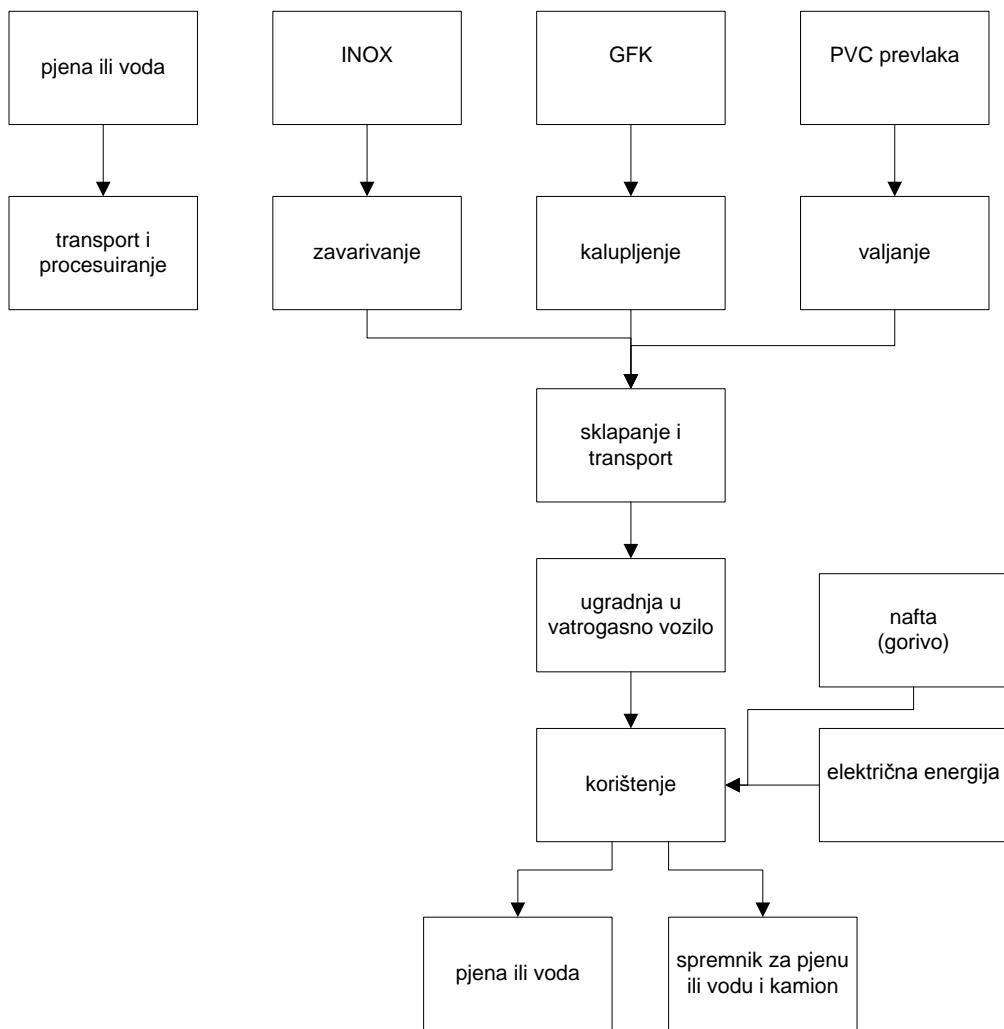
2. Definiranje životnog vijeka proizvoda koji se analizira

Analiza uključuje sustav spremnika koji se sastoje od posude, cjevovoda za vodu ili pjenu, prirubnica te poprečnih i uzdužnih pregrada.

Stablo procesa na slici 12. i slici 13. prikazuje procese koji se koriste tijekom životnog vijeka spremnika. Iz stabala procesa mogu se odrediti proizvodni procesi i materijali za iduću fazu analize. Stablo je slikovit prikaz svih životnih faza proizvoda.



Slika 12. Stablo procesa za spremnik od INOX-a



Slika 13. Stablo procesa za spremnik od GFK materijala

3. Kvantificiranje materijala i procesa

Količine materijala mogu se izračunati iz tehničkog opisa te vaganjem komponenti. Podatak o masi spremnika je izračunat temeljem podataka o volumenu pojedinih dijelova te njihove gustoće za podatke koji su nedostajali. Podaci potrebni za takve izračune i pretpostavke uzeti su iz tablica dobivenih od strane tvrtke Ziegler d.o.o. na slikama 14., 15. i 16.

Milena Nestić: UTJECAJ ŽIVOTNOG VIJEKA PROIZVODA NA OKOLIŠ

Naziv proizvoda		SPREMNIK 7000/400I						
Crtel broj.:	1041069	Kupac	Ziegler G					
Količina:	1 kom.	Datum:	5.2.09.	Broj.:				
Proračun površine spremnika								
Naziv pozicije	Materijal	Dužina mm	Širina mm	Debljina mm	Površina m2	Kom	Površina m2	Faktor izračuna mase
Bočne strane	GFK	2850,00	1784,00	12,00	5,08	2,00	10,17	
Krov	GFK	2850,00	2478,00	12,00	7,06	2,00	14,12	
Dno	GFK	2850,00	2478,00	12,00	7,06	2,00	14,12	
Čeone strane	GFK	2478,00	1495,00	12,00	3,70	2,00	7,41	
Poprečna pregrada	GFK	2478,00	1495,00	8,00	3,70	2,00	7,41	
Uzdužna pregrada	GFK	2850,00	1495,00	8,00	4,26	2,00	8,52	
Dno pjene	GFK	830,00	1030,00	12,00	0,85	1,00	0,85	
Čelo pjene	GFK	694,00	1030,00	12,00	0,71	1,00	0,71	
Uzdužni nosač	GFK	300,00	2850,00	12,00	0,86	2,00	1,71	900,00
Cjevovod - uzdužni	INOX	2950,00						2,20 6,49
Cjevovod - uzdužni	INOX	2950,00						3,28 9,68
Cjevovod - vertikalni	INOX	1700,00						4,23 7,19
Cjevovod - koljeno	INOX	700,00						6,89 4,82
Cjevovod - preljev	PVC	1600,00						
Prirubnice	INOX	150,00	150,00	20,00	0,02	5,00	0,11	100,00 15,00
								UKUPNO 65,15 UKUPNO 943,18

Slika 14. Tablica s popisom djelova spremnika te materijala od kojih su napravljeni za GFK spremnik

Naziv proizvoda		SPREMNIK 7000/400I						
Crtel broj.:	N02175	Kupac	Ziegler G					
Količina:	1 kom.	Datum:	5.2.09.	Broj.:				
Proračun površine i mase spremnika								
Naziv pozicije	Materijal	Dužina mm	Širina mm	Debljina mm	Površina m2	Kom	Površina m2	Faktor izračuna mase
Bočne strane	INOX	2240,00	1825,00	4,00	4,09	2,00	8,18	31,45 257,14
Krov	INOX	2240,00	2478,00	4,00	5,55	2,00	11,10	31,45 349,14
Dno	INOX	2240,00	2478,00	6,00	5,55	2,00	11,10	47,15 523,43
Čeone strane	INOX	1980,00	1555,00	4,00	3,08	2,00	6,16	31,45 193,66
Poprečna pregrada	INOX	1980,00	1555,00	4,00	3,08	2,00	6,16	31,45 193,66
Uzdužna pregrada	INOX	2240,00	1555,00	4,00	3,48	2,00	6,97	31,45 219,09
Dno pjene	INOX	755,00	1030,00	4,00	0,78	1,00	0,78	31,45 24,46
Čelo pjene	INOX	694,00	1030,00	4,00	0,71	1,00	0,71	31,45 22,48
Uzdužni nosač	INOX	300,00	2240,00	6,00	0,67	2,00	1,34	47,15 63,37
Cjevovod - uzdužni NW80	INOX	2400,00						3,28 7,87
Cjevovod - vertikalni 64X2	INOX	1800,00						1,87 3,37
Cjevovod - koljeno NW125	INOX	700,00						6,89 4,82
Cjevovod - koljeno NW50	INOX	500,00						2,21 1,10
Cjevovod - preljev NW150	INOX	1555,00						8,32 12,94
Prirubnice	INOX	150,00	150,00	20,00	0,02	5,00	0,11	100,00 15,00
								UKUPNO 52,61 UKUPNO 1891,54

Slika 15. Tablica s popisom djelova spremnika te materijala od kojih su napravljeni za INOX spremnik

Naziv proizvoda	SPREMNIK 7000/400/					
Crtež broj.:	N02175	Kupac	Ziegler G			
Količina:	1 kom.	Datum:	5.2.09.	Broj:		
Proračun dužine zavara spremnika						
Naziv pozicije	Dužina mm	Kontinuitet zavara	Dužina zavara mm	Jednostrani/dvostrani zavar	Broj zavara (jednostručnim)	Dužina zavara mm
Bočna/čeona strana	1555,00	1,00	1555,00	2,00	4,00	12440,00
Bočna strana/krov	2240,00	1,00	2240,00	2,00	2,00	8960,00
Bočna strana/dno	2240,00	1,00	2240,00	2,00	2,00	8960,00
Čeone strana/krov	2478,00	1,00	2478,00	2,00	2,00	9912,00
Čeone strana/dno	2478,00	1,00	2478,00	2,00	2,00	9912,00
Uzdužna pregrada/čeona strana	1555,00	0,30	466,50	2,00	4,00	3732,00
Uzdužna pregrada/dno	2240,00	0,30	672,00	2,00	2,00	2688,00
Uzdužna pregrada/krov	2240,00	0,30	672,00	2,00	2,00	2688,00
Poprečna pregrada/bočna strana	1555,00	0,30	466,50	2,00	4,00	3732,00
Poprečna pregrada/dno	2478,00	0,30	743,40	2,00	2,00	2973,60
Poprečna pregrada/krov	2478,00	0,30	743,40	2,00	2,00	2973,60
Poprečna/uzdužna pregrada	1555,00	0,30	466,50	2,00	8,00	7464,00
Uzdužni nosači/dno	2240,00	1,00	2240,00	1,00	4,00	8960,00
UKUPNO						85395,20

Slika 16. Proračun dužine zavara INOX spremnika

Na kraju životnog vijeka proizvoda mora se pretpostaviti ponašanje u vezi odlaganja spremnika. Za ovu analizu je temeljem razgovora sa stručnim osobama u tvrtci pretpostavljeno da će se spremnik na kraju životnog vijeka proslijediti tvrtci specijaliziranoj za zbrinjavanje tehnološkog otpada, te će se barem neki dijelovi spremnika reciklirati i ponovo upotrijebiti.

U tablici [1] nalaze se materijali i proizvodni procesi potrebni za dobivanje spremnika. Vide se sličnosti i razlike u količini te vrsti materijala te proizvodni procesi korišteni za dobivanje gotovog proizvoda kod dvije izvedbe spremnika. Jedinice u kojima je izražena količina materijala je kilogram (kg).

INOX	GFK
materijali (kg) nehrđajući čelik – INOX (1892 kg)	poliesterski fiberglass – GFK (900kg) PVC preljev (3 kg) Inox (40 kg)
proizvodni proces valjanje zavarivanje	zavarivanje kalupljenje valjanje

Tablica[1]. Popis materijala i proizvodnih procesa za dobivanje dvije izvedbe spremnika

4. Izračun eko – indikatora

Obrazac za izračun eko - indikatora se popunjava za sve faze i procese u životnom vijeku GFK i INOX spremnika, za svaki spremnik zasebno tako da se na kraju mogu usporediti dobivene vrijednosti indikatora.

4.1. Obrazac za izračun eko – indikatora GFK spremnika

Temeljem pretpostavke da će se spremnik nakon uprabe tvrtci specijaliziranoj za zbrinjavanje i prenamjenu tehnološkog otpada. Prepostavljena je vrijednost eko – indikatora 7 za fazu zbrinjavanja iz razloga što je GFK materijal teško rastavljiv na komponente te spada u skupinu kompozitnih materijala čiji je stupanj recikliranja mali. Sljedeća pretpostavka se odnosi na količinu (u kg) PVC preljeva korištenog za cjevovode te je ona temeljem razgovora sa djelatnicima tvrtke prepostavljena na vrijednost od 3 kg. Podatak za količinu topline ispuštene prilikom dobivanja materijala uzet je iz literature [Ashby, M.F., Materials and the Environment, Elsevier Inc., Canada, 2009] i iznosi 80 MJ/kg za INOX, 110 MJ/kg za GFK te 80 MJ/kg za PVC prevlaku. U fazi proizvodnje, količina topline ispuštene prilikom oblikovanja iznosi 3.2 MJ/kg za INOX, 12 MJ/kg za GFK te 10 MJ/kg za PVC prevlaku.

Bilo je potrebno pretpostaviti i koliko često se proizvod koristi zbog izračuna potrošnje električne energije i goriva. Ta je pretpostavka da se spremnik koristi 48 puta godišnje (prosječno jednom tjedno) a uz životni vijek od 30 godina. Prema tome, spremnik se tijekom svog životnog vijeka koristi 1440 puta. Spremnik se nalazi na vozilu od 16 tona te pri svakom korištenju prelazi prosječno 60 km. Potrošnja goriva prosječno iznosi 20 litara goriva na 100 km. Bitno je naglasiti da se vatrogasno vozilo svaki dan starta radi provjere ispravnosti i pritom radi 12 – 20 min (uzimamo prosječni podatak 16 minuta za izračun). Prosječno trajanje intervencije iznosi 2 sata (dolazak, intervencija, odlazak). U uvjetima korištenja spremnika na temperaturi ispod 5 °C koristi se grijач snage 2 kWh. Pretpostavka je da se u tim uvjetima spremnik koristi 400 puta tijekom životnog vijeka. Eko – indikator dobiven iz literature za energiju potrošenu prilikom korištenja grijaća je 23 mpt/kWh.

Sve dostupne i pretpostavljene vrijednosti eko – indikatora unose se iz tablica. Konačne rezultate dobivamo množenjem količine s vrijednostima indikatora za pojedine stavke u tablici. Sve dobivene rezultate zbrajamo u ukupnu vrijednost. Iznos eko – indikatora za GFK materijal određen je prema iznosima energije potrebne za proizvodnju kilograma materijala i količine ispuštenog CO₂ te na temelju činjenice da je ovaj materijal u recikliranom obliku prisutan u jako malom postotku (0,5 – 1 %).

Tablica sadrži podatke iz literature [Ashby, M.F., Materials and the Environment, Elsevier Inc., Canada, 2009] o količini energije potrebne za dobivanje materijala od kojih su napravljeni spremnici koji se analiziraju te njegovu preradu, emisijam CO₂, potrošnji vode potrebne za dobivanje materijala te ostali podaci važni za analizu.

NEHRĐAJUĆI ČELIK – INOX	
SIROV MATERIJAL	
Energija za dobivanje sirovog materijala	77 – 85 MJ/kg
Emisija CO ₂ kod dobivanja materijala	4.7 – 5.4 kg/kg
Potrošnja vode za dobivanje materijala	112 – 336 l/kg
Eko - indikator	860 – 960 mpt/kg
PRERADA MATERIJALA	
Energija potrebna za preradu materijala	3.0 – 4.4 MJ/kg
Emisija CO ₂ kod prerade materijala	0.24 – 0.31 kg/kg
RECIKLIRANJE MATERIJALA	
Energija potrebna za recikliranje materijala	22 – 24 MJ/kg
Emisija CO ₂ prilikom recikliranja materijala	1.4 – 1.5 kg/kg
Udio recikliranog materijala u ukupnoj količini koja se trenutno koristi u proizvodnji	35 – 40 %
POLIESTERSKI FIBERGLAS (GFK)	
SIROV MATERIJAL	
Energija za dobivanje sirovog materijala	107 – 118 MJ/kg
Emisija CO ₂ kod dobivanja materijala	7.47 – 8.26 kg/kg
Potrošnja vode za dobivanje materijala	105 – 309 l/kg
PRERADA MATERIJALA	
Energija potrebna za preradu materijala	11.3 – 20.3 MJ/kg
Emisija CO ₂ kod prerade materijala	0.90 – 1.63 kg/kg
RECIKLIRANJE MATERIJALA	
Udio recikliranog materijala u ukupnoj količini koja se trenutno koristi u proizvodnji	0.5 – 1 %

Tablica [2]. Podaci iz literature korišteni u analizi

DOBIVANJE MATERIJALA – GFK			
Materijal	Količina	Indikator	Rezultat
Poliesterski fiberglass – GFK	900 kg	3600 mpt/kg	3 240 000 mpt
Inox	40 kg	900 mpt/kg	36 000 mpt
PVC preljev	3 kg	440 mpt/kg	1 320 mpt
Toplina ispuštena prilikom dobivanja materijala – inox (MJ)	3 200 MJ	5.3 mpt/MJ	16 960 mpt
Toplina ispuštena prilikom dobivanja materijala – GFK (MJ)	99 000 MJ	5.3 mpt/MJ	524 700 mpt
Toplina ispuštena prilikom dobivanja materijala – PVC preljev (MJ)	240 MJ	5.3 mpt/MJ	1 272 mpt
Ukupno (mpt)	3 820 252 mpt		
PRIZVODNJA (procesi, dodatna energija) – GFK			
Proces	Količina	Indikator	Rezultat
Kalupljenje GFK	900 kg	44 mpt/kg	39 600 mpt
Valjanje limova od inox-a	40 kg	6.4 mpt/kg	256 mpt
Zavarivanje inox-a	500 mm	0.5 mpt/mm	250 mpt
Toplina ispuštena prilikom oblikovanja – inox (MJ)	160 MJ	5.3 mpt/MJ	848 mpt
Toplina ispuštena prilikom oblikovanja – GFK (MJ)	10 800 MJ	5.3 mpt/MJ	57 240 mpt
Ukupno (mpt)	98 194 mpt		
KORIŠTENJE (transport i energija) – GFK			
Proces	Količina	Indikator	Rezultat
Transport – kamion 16 t	86400 km	34 mpt/km	2 937 600 mpt
Grijач	1600 kW/h	23 mpt/kWh	36 800 mpt
Gorivo	15 552 l	180 mpt/l	2 799 360 mpt
Voda	7 000 000 l	0.0026 mpt/l	18 200 mpt
Ukupno (mpt)	5 791 960 mpt		

ODLAGANJE (proces odlaganja za svaki tip materijala) – GFK			
Tip obrade	Količina (kg)	Indikator (mpt/kg)	Rezultat
Specijalizirana tvrtka za odlaganje tehnološkog otpada	900 kg	7	6300 mpt
Ukupno (mpt)	6300 mpt		
Ukupno GFK, sve faze	9 716 706 mpt		

Tablica [3.] Obrazac za izračun eko – indikatora kroz životne faze GFK spremnika

4.2.Obrazac za izračun eko – indikatora INOX spremnika

Prepostavke koje donosimo su za fazu odlaganja i korištenja jednake kao i za GFK spremnik osim podatka za potrošnju goriva koji iznosi 30 litara goriva na 100 km zbog razlike u težini. Također za INOX vrijedi da je toplina ispuštena prilikom dobivanja materijala 80 MJ/kg a toplina ispuštena prilikom oblikovanja 3.2 MJ/kg.

Tablica [4.] predstavlja obrazac za izračun eko – indikatora INOX spremnika.

Milena Nestić: UTJECAJ ŽIVOTNOG VIJEKA PROIZVODA NA OKOLIŠ

DOBIVANJE MATERIJALA – INOX			
Materijal	Količina	Indikator	Rezultat
Inox	1892 kg	900 mpt/kg	1 702 800 mpt
Toplina ispuštena prilikom dobivanja materijala (MJ)	151 360 MJ	5.3 mpt/MJ	802 208 mpt
Ukupno (mpt)	2 505 008 mpt		
PRIZVODNJA (procesi, transport, dodatna energija) – INOX			
Proces	Količina	Indikator (mpt/kg)	Rezultat
Valjanje limova od inox-a	1892 kg	6.4 mpt/kg	12 109 mpt
Zavarivanje inox-a	4 000 mm	0.5 mpt/mm	2 000 mpt
Toplina ispuštena prilikom oblikovanja (MJ)	7 568 MJ	5.3 mpt/MJ	40 110 mpt
Ukupno (mpt)	54 219 mpt		
KORIŠTENJE (transport i energija) – INOX			
Proces	Količina	Indikator	Rezultat
Transport – kamion 16 t	86400 km	34 mpt/km	2 937 600 mpt
Grijač	1600 kW/h	23 mpt/kWh	36 800 mpt
Voda	7 000 000 l	0.0026 mpt/l	18 200 mpt
Gorivo	25 920 l	180 mpt/l	4 665 600 mpt
Ukupno (mpt)	7 658 200 mpt		
ODLAGANJE (proces odlaganja za svaki tip materijala) – INOX			
Tip obrade	Količina (kg)	Indikator (mpt/kg)	Rezultat
Specijalizirana tvrtka za odlaganje tehnološkog otpada	1892 kg	-70	-132 440 mpt
Ukupno (mpt)	-132 440 mpt		
Ukupno INOX, sve faze	10 084 987 mpt		

Tablica [4.] Obrazac za izračun eko – indikatora INOX spremnik

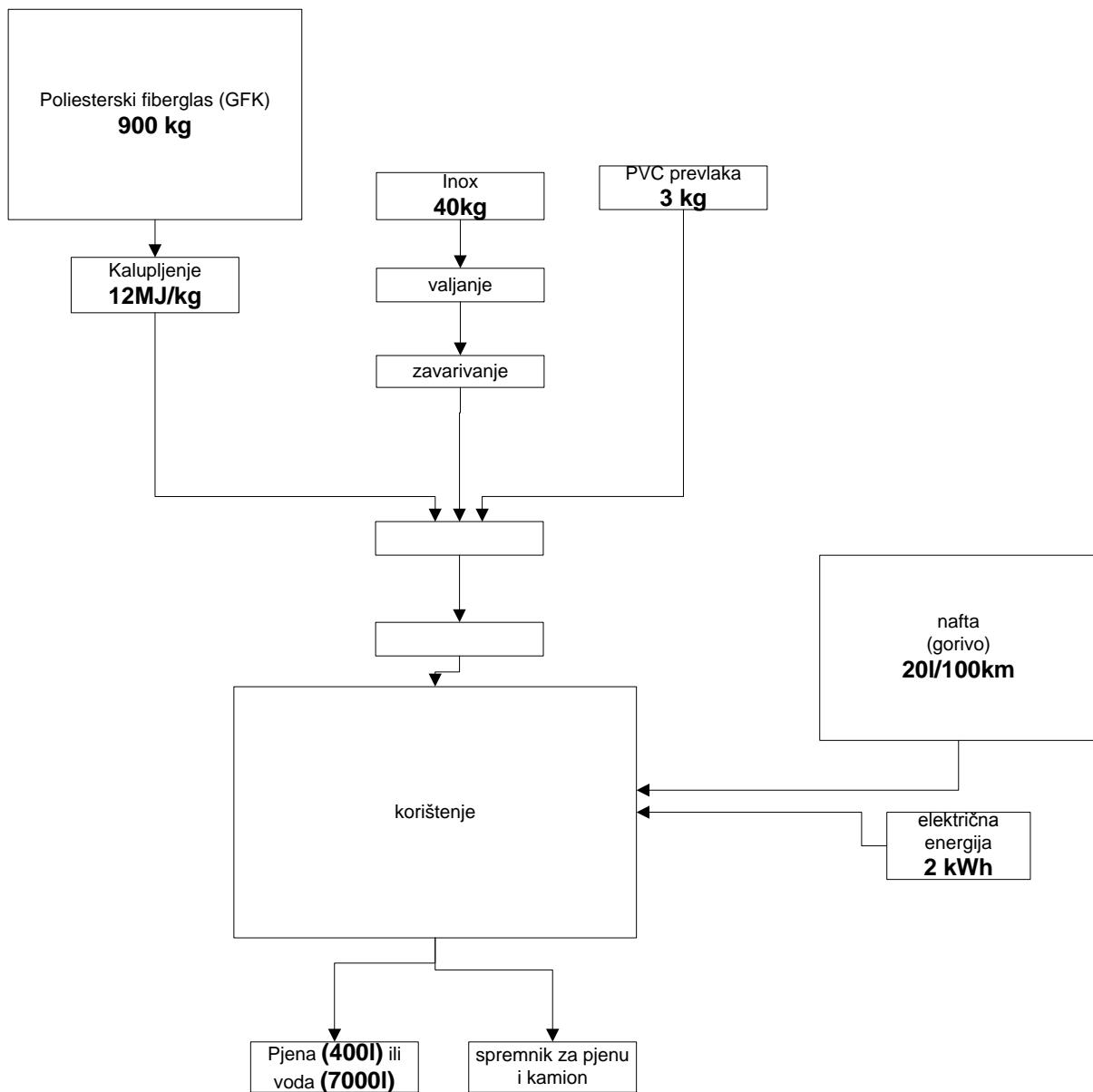
5. Interpretiranje rezultata

Kako bi se rezultati analize ispravno interpretirali nužno je dodatno provjeriti točnost postavljenih pretpostavki te da li je ispunjen cilj izračuna indikatora. U stablu procesa koji se prikazuje kao rezultat analize, veličina polja pojedinog materijala ili procesa predstavlja i veličinu negativnog utjecaja na okoliš. Veće polje ujedno znači i veći negativan utjecaj a prazna polja predstavljaju procese koji imaju zanemariv negativni utjecaj. Stablu procesa služi za slikovit prikaz podataka dobivenih analizom, te su simboličnog karaktera što znači da veličina polja nije definirana određenim mjernim jedinicama. Prikaz služi da bi se već pri pogledu na stablo procesa dobio dojam o fazi koja je najštetnija za okoliš a točni podaci o iznosima tog utjecaja nalaze se u četvrtom koraku ove metode.

Utvrđivanjem faze životnog vijeka proizvoda koja ima najveći negativan utjecaj donose se prijedlozi za moguća konstrukcijska poboljšanja. Uspoređujući sve faze ovih dvaju spremnika i gledajući ukupni zbroj eko – indikatora svakog svakog od spremnika vidi se da je ukupno veći iznos eko indikatora GFK spremnik. Iako je dvostruko lakši, problem je kod spremnika od ovog materijala što je potrebno puno više energije za njegovo dobivanje, a te veliki problem je i njegovo odlaganje. Ovakvi rezultati su bili očekivani poznavajući problematiku, no rezultati analize ih kvantificiraju.

Na temelju rezultata iz prethodnog koraka analize vidljivo je da najveći negativni utjecaj na okoliš kod GFK spremnika ima faza dobivanja materijala, dok je odmah iza nje faza korištenja. Iznos eko – indikatora za fazu korištenja je 5 791 960 mpt dok eko – indikator za dobivanje GFK materijala iznosi 3 240 000 mpt. Zbroj ova dva eko – indikatora je 9 031 960 mpt a ukupan je iznos eko – indikatora svih faza životnog vijeka 9 716 706 mpt. Iz toga se može zaključiti da faza korištenja i dobivanja materijala kod GFK spremnika predstavljaju preko 90 % utjecaja na okoliš kroz životni vijek proizvoda.

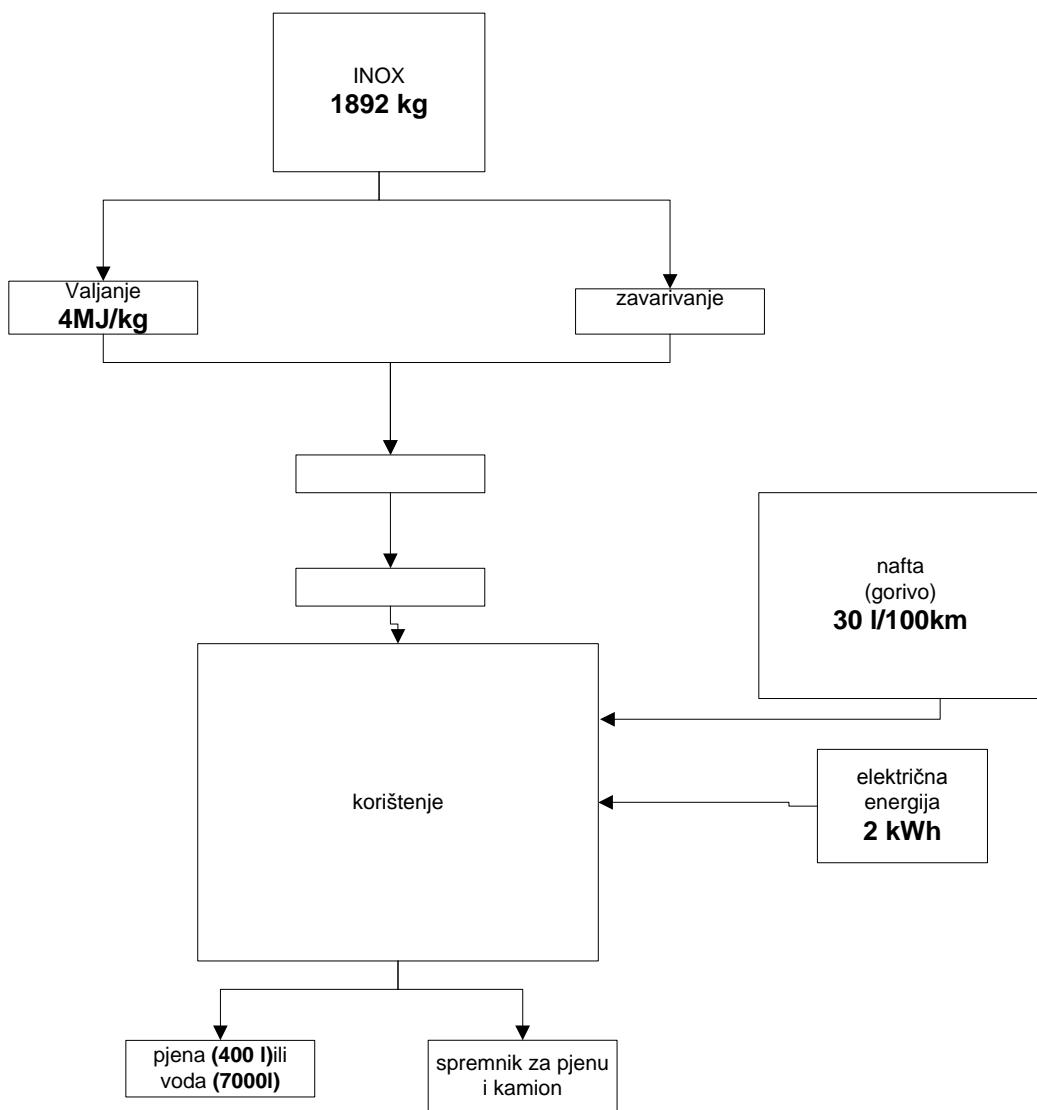
Obzirom da na fazu korištenja ne može značajnije utjecati zbog ograničenja funkcionalnosti proizvoda i podvozja koje se koristi za vatrogasna vozila, može se zaključiti da kod konstruiranja ovog spremnika treba posvetiti najveću pažnju odabiru materijala. GFK materijal spada u kompozitne materijale koji se zbog svojeg slojevitog sastava teško razdvajaju na komponente čime je otežano njihovo recikliranje. Iako je prednost ovog materijala težina spremnika (spremnik od GFK materijala je dvostruko lakši od INOX spremnika) i mehanička svojstva, trebalo bi pronaći moguću alternativu ovom materijalu uz zadržavanje sličnih mehaničkih svojstava.



Slika 17. Stablo procesa s prikazom veličine utjecaja na okoliš za GFK spremnik

Stablo procesa na slici 18. prikazuje utjecaj na okoliš za pojedine faze životnog ciklusa INOX spremnika. Analogno kao i za GFK spremnik veličina pravokutnika predstavlja i veličinu negativnog utjecaja na okoliš. Prazni pravokutnici predstavljaju procese koji imaju zanemariv utjecaj na okoliš. Kod ove izvedbe spremnika drugačija je situacija što se tiče faze dobivanja materijala, jer je eko – indikator za tu fazu za INOX dvostruko manji od onog za dobivanje poliesterskog fiberglasa. Eko – indikator za dobivanje INOX – a iznosi 2 505 008 mpt. Kod izvedbe spremnika od INOX – a najveći negativni utjecaj na okoliš ima faza korištenja za koju eko – indikator iznosi 7 658 200 mpt. Tako faza korištenja sama doprinosi s više od 70 % ukupne vrijednosti eko – indikatora svih faza životnog vijeka proizvoda 10 084 987 mpt.

Razlog najvećeg utjecaja faze korištenja je uglavnom zbog toga što je ovaj spremnik teži od GFK spremnika i njegov je ukupni iznos eko – indikatora za potrošnju goriva veći od onog kod GFK spremnika. Iako je razlika u potrošnji goriva vozila nekoliko litara (razlika u potrošnji goriva, ovisno o izvedbi ugrađenoj u vozilo, je 7 – 10 litara), kada se pogleda cijeli životni vijek spremnika taj iznos postane dovoljno velik da poveća negativan utjecaj na okoliš. Pozitivna je karakteristika ovog spremnika njegova reciklabilnost.



Slika 18. Stablo procesa s prikazom veličine utjecaja na okoliš za INOX spremnik

5.1.1. Mogućnosti za konstrukcijska poboljšanja

S obzirom na prethodno navedene rezultate iznosa eko – indikatora za i uočavanja faze koje imaju najveći negativan utjecaj na okoliš, moguće je predložiti konstrukcijska rješenja u svrhu smanjenja tog negativnog utjecaja. Iz analize je vidljivo da je kod oba spremnika kritična faza korištenja, koja ima najveći negativan utjecaj. Kao što je rečeno, zbog funkcionalnih ograničenja u toj fazi nema mnogo mogućnosti za poboljšanja, najveću pažnju treba posvetiti fazi dobivanja materijala.

Mogućnost za poboljšanje leže u obabiru alternativnog materijala za spremnike. Kod zamjene materijala, alternativni materijal bi trebao zadržati slična mehanička svojstva ali bi trebao biti lakši te ekološki prihvatljiviji. Materijal koji bi bio pogodan za izradu spremnika je polietilen koji odlično podnosi naprezanja, promjene pritiska i temperature, a ujedno je lakši od INOX - a. Polietilen je po količini energije potrebnoj za dobivanje na razini inox-a, dok u usporedbi s poliesterskim fiberglasom zahtjeva manje energije. Iznos eko – indikatora za polietilen je 330 mpt/kg što je višestrukomanj i od inox-a i poliesterskog fiberglasa čime bi uvelike doprinijelo smanjenju štetnog utjecaja u fazi dobivanja materijala.

Smanjenjem težine spremnika upotrebom ovog, lakšeg, materijala direktno bi se utjecalo i na fazu korištenja smanjenjem potrošnje goriva kojoj bi doprinijelo smanjenje mase. Druga mogućnost zamjene materijala je PVC koji ima odlična uporabna svojstva. PVC je trajan i lagan materijal vrlo dobre mehaničke čvrstoće i žilavosti, lako se zavaruje i spaja. Važna karakteristika ovog materijala je i postojanost na atmosferilije, kemijsko propadanje, koroziju i udarce zbog čega je idealan izbor za proizvod namjenjen dugotrajnoj primjeni (životni vijek PVC- je 40 godina), kao što je u ovom slučaju spremnik vode ili pjene na vatrogasnem vozilu. S obzirom na se od PVC – proizvode i cijevi postoji mogućnost izrade spremnika u cijelosti od ovog materijala što bi omogućilo lakše recikliranje i smanjilo negativan utjecaj spremnika na okoliš. Ekološki je prihvatljiv, jer se troši manje energije za njegovu proizvodnju (75 MJ/kg na prema 110 MJ/kg potrebne energije za GFK) i preradu (do 10 MJ/kg na prema 12 MJ/kg za GFK) od GFK materijala. Bitna je prednost PVC – i njegova cijena kojom se ovaj materijal više isplati zbog navedenih odličnih mehaničkih i ekoloških karakteristika.

6. ZAKLJUČAK

Tehnička djelatnost postaje sve društveno odgovornija pa se i sve više vodi računa i o ekološkoj vrijednosti proizvoda. Kod odabira materijala pri razvoju proizvoda sve se više razmatra i analizira ukupan utrošak energije i resursa u cijelom životnom vijeku. Metode koje omogućuju analizu utjecaja proizvoda na okoliš, postaju važan alat za svakog razvojnog inžinjera, te se može očekivati da će u budućnosti biti neizostavan dio razvoja.

U ovom radu analizirane su sve faze životnog vijeka GFK i INOX spremnika za vodu i pjenu koji se ugrađuju u vatrogasna vozila tvrtke Ziegler i određene su faze koje u najvećoj mjeri utječu na okoliš. Nakon provedene usporedne analize položeni su mogući pravci konstrukcijskih promjena u smislu alternativnih materijala čime bi se smanjio štetni utjecaj na okoliš.

Iako postoje neke pretpostavke koje je bilo potrebno donositi tijekom analize, to nije značajno utjecalo na točnost rezultata, te se metoda pokazala korisnom u svrhu dobivanja pregleda potrošnje resursa i emisije štetnih utjecaja na okoliš pri izradi i korištenju spremnika. Naravno, ne treba zaboraviti da je utjecaj na okoliš samo jedan od kriterija konstrukcijske razrade, te da je potrebno predložene promjene analizirati i s aspekta drugih važnih čimbenika poput cijene, mogućnosti izrade i slično prije nego što se doneše konačan sud o njihovoj opravdanosti.

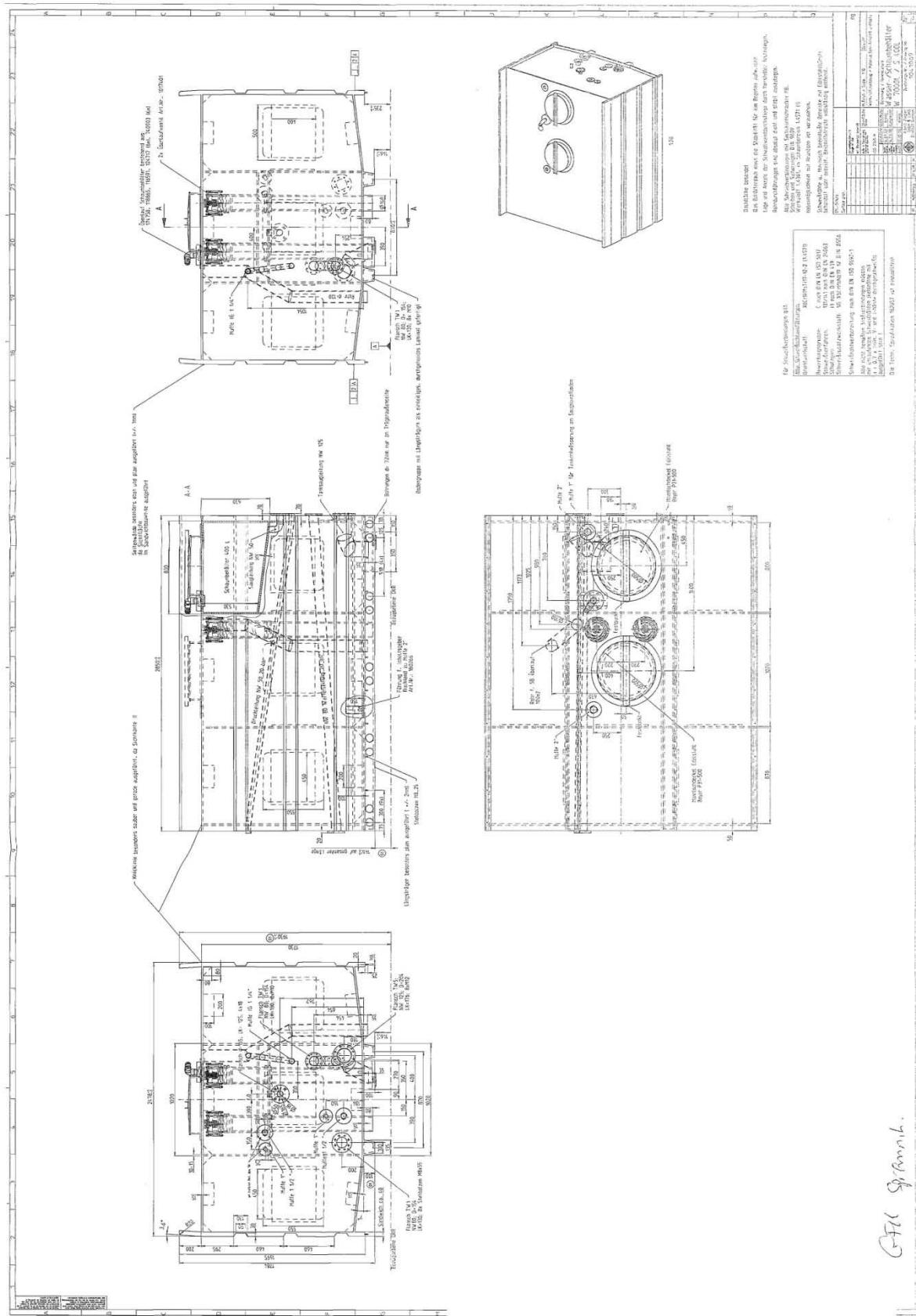
7. POPIS LITERATURE

- [1.] Eco indicator 99 Manual for Designers, Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 2000.
- [2.] Ashby, M.F., Materials and the Environment, Elsevier Inc., Canada, 2009
- [3.] *okolis.grf.hr/media/download_gallery/znanost_final_internet.pdf*
- [3.] *www.kemoplast.hr/tehnische-karakteristike*

PRILOG

Tablice s popisom eko – indikatora iz literature i tehnička dokumentacija dobivena od strane tvrtke Ziegler d.o.o.

Milena Nestić: UTJECAJ ŽIVOTNOG VIJEKA PROIZVODA NA OKOLIŠ



Production of ferro metals [in millipoints per kg]		
Indicator	Description	
Cast iron	Casing iron with > 2% carbon compound	1
Convector steel	Block material containing only primary steel	1
Electro steel	Block material containing only secondary scrap	1
Steel	Block material containing 80% primary iron, 20% scrap	1
Steel high alloy	Block material containing 70% primary iron, 16% Cr, 15% Ni	1
Steel low alloy	Block material containing 91%; primary iron, 5% alloy metals	1

Production of plastic granulate [in millipoints per kg]		
Indicator	Description	
ABS	400	2
HDPE	310	2
LDPE	160	1
PA 6, 6	630	2
PC	510	1
PET	380	1
PET bottle grade	390	1
PP	330	2
PS (CPFS)	370	3
PS (HIPS)	360	1
PS (EPS)	360	3
PUR energy absorbing	490	3
PUR flexible block foam	480	3
PUR hardfoam	420	1
PUR semi rigid foam	480	3
PVC high impact	280	1
PVC (rigid)	270	1 ^a
PVC (flexible)	240	1 ^b
PVDC	440	1

Processing of plastics [in millipoints]		
Indicator	Description	
Blow foil extrusion PE	per kg PE granulate, but without production of PE Foil to be used for bags	2
Calendering PVC (oil)	per kg PVC granulate, but without production of PVC	2
Injection moulding - 1	per kg PE, PP, PS, ABS, without production of material	4
Injection moulding - 2	per kg PVC, PC, without production of material	4
Milling, turning, drilling	per dry machined material, without production of lost material	4
Pressure forming	per kg	4
Rearranging/Moulding-PUR	per kg, without production of PUR and possible other components	4
Ultrasonic welding	per m welded length	4
Vacuum-forming	per kg material, but without production of material	4

Production of rubbers [in millipoints per kg]		
Indicator	Description	
EPDM rubber	360	1
	Vulcanized with 44% carbon, including molding	1

Processing of metals [in millipoints]		
Indicator	Description	
Bending-aluminium	one sheet of 1mm over width of 1 metre, bending 90°	4
Bending-steel	one sheet of 1mm over width of 1 metre, bending 90°	4
Bending-RVS	one sheet of 1mm over width of 1 metre, bending 90°	4
Brazing	per kg brazing, including brazing material (45% silver, 27% copper, 23% tin)	1
Cold roll into sheet	per thickness reduction of 1 mm of 1m² plate	4
Electrolytic Chromium plating	per m, 1 - m thick, double sided, data fairly unreliable	4
Electrolytic galvanising	per m, 2 - m thick, double sides, data fairly unreliable	4
Extrusion - aluminium	per kg	4
Milling, turning, drilling	per kg removed material, without production of lost material	4
Pressing	per kg deformed metal. Do not include non-deformed parts!	4
Spiral welding - aluminium	per weld of 7 mm diameter, sheet thickness 2 mm	4
Shearing/stamping - aluminium	per mm² cutting surface	4
Shearing/stamping - steel	per mm² cutting surface	4
Shearing/stamping - RVS	per mm² cutting surface	4
Sheet production	per kg production of sheet out of block material	4
Band zinc coating	(Sandwich zinc coating) per m, 20-45 m thick, including zinc	1
Hair galvanizing	per m², 1 extra - m thickness, including zinc	1
Zinc coating (conversion um)	3300	1
	per m², 1 extra - m thickness, including zinc	1

Production of packaging materials [in millipoints per kg]		
Indicator	Description	
Packaging carton	69	CO ₂ absorption in growth stage disregarded
Paper	96	Containing 65% waste paper; CO ₂ absorption in growth stage disregarded
Glass [brown]	50	Packaging glass containing 6% recycled glass
Glass [green]	51	Packaging glass containing 99% recycled glass
Glass [white]	38	Packaging glass containing 55% recycled glass

Production of chemicals and others [in millipoints per kg]		
Indicator	Description	
Ammonia	160	NH ₃
Argon	7.8	Inert gas, used in light bulbs, welding of reactive metals like aluminium
bentonite	13	Used in cat litter, porcelain etc.
Carbon black	180	Used for colouring and as filter
Chemicals inorganic	53	Average value for production of inorganic chemicals
Chemicals organic	99	Average value for production of organic chemicals
Chlorine	38	Cl ₂ ; Produced with diaphragm production process (modern technology)
Dimethyl phthalate	190	Used as plasticizer for softening PVC
"Ethylene oxide/glycol"	330	Used as industrial solvent and cleaning agent
Fuel oil	180	Production of fuel only, Combustion excluded!
Fuel petrol unleaded	210	Production of fuel only, Combustion excluded!
Fuel diesel	180	Production of fuel only, Combustion excluded!
H ₂	810	Hydrogen gas, Used for reduction processes
H ₂ SO ₄	22	Sulphuric acid, Used for cleaning and staining
HCl	39	Hydrochloric acid, used for processing of metals and cleaning
HF	140	Fluoric acid
Na ₂	12	Nitrogen gas, Used as an inert atmosphere
NaCl	6.6	Sodium chloride
NaOH	38	Caustic soda
Nutric acid	55	HNO ₃ , Used for staining metals
O ₂	12	Oxygen gas.
Phosphoric acid	99	H ₃ PO ₄ , Used in preparation of fertiliser
Propylene glycol	200	Used as an antifreeze, and as solvent
R134a (coulant)	150	Production of R134a only! Emission of 1 kg R134a to air gives 7300 m ³ Pt
R22 (coulant)	240	Production of R22 only! Emission of 1 kg R22 to air gives 8400 m ³ Pt
Silicate (waterglass)	60	Used in the manufacture of silica gel, detergent manufacture and metal cleaning
Soda	45	Na ₂ CO ₃ , Used in detergents
Ureum	130	Used in fertilisers
Water decarbonized	0.0026	Processing only, effects on groundwater table (if any) disregarded
Water demineralized	0.026	Processing only, effects on groundwater table (if any) disregarded
Zelite	160	Used for absorption processes and in detergents

Production of building material [in millipoints per kg]		
Indicator	Description	
Alkyd varnish	520	Production + emissions during use of varnish containing 55% solvents
Cement	20	Portland cement
Ceramics	28	Bricks etc.
Concrete not reinforced	3.8	Concrete with a density of 2200 kg/m ³
Float glass coated	51	Used for windows, Tin, Silver and Nickel coating (77 g/m ²)
Float glass uncoated	49	Used for windows
Gypsum	9.9	Selenite, Used as filter.
Gravel	0.84	Extraction and transport
Lime (burnt)	28	CaO, Used for production of cement and concrete; Can also be used as strong base
Lime (hydrated)	21	Ca(OH) ₂ , Used for production of mortar
Mineral wool	61	Used for insulation
Massive building	1500	Rough estimate of a [concrete] building per m ³ volume (capital goods)
Metal construction building	4300	Rough estimate of a building per m ³ volume (capital goods)
Sand	0.82	Extraction and transport
Wood board	39	European wood (FSC criteria); CO ₂ absorption in growth stage disregarded
Wood massive	6.6	European wood (FSC criteria); CO ₂ absorption in growth stage disregarded
Land-use	45	Occupation as urban land per m ² yr

Heat [in millipoints per MJ]		
Indicator	Description	
Heat coal briquette (stove)	4.6	Including fuel production
Heat coal (industrial furnace)	4.2	Combustion of coal in a 5-15 kW furnace
Heat lignite briquet	3.2	Combustion of coal in a 5-15 kW furnace
Heat gas (boiler)	5.4	Combustion of gas in an atmospheric boiler (<100kW) with low NOx
Heat gas (industrial furnace)	5.3	Combustion of gas in an industrial furnace (>100kW) with low NOx
Heat oil (boiler)	5.6	Combustion of oil in a 10kW furnace
Heat oil (industrial furnace)	11	Combustion of oil in an industrial furnace
Heat wood	1.6	Combustion of wood; CO ₂ absorption and emission disregarded

Solar energy [in millipoints per kWh]		
Indicator	Description	
Electricity grade m-Si	9.7	Small installation (3kW) with monocrystalline cells, used on building facade
Electricity grade p-Si	14	Small installation (3kW) with polycrystalline cells, used on building facade
Electricity roof m-Si	7.2	Small installation (3kW) with monocrystalline cells, used on building roof
Electricity roof p-Si	10	Small installation (3kW) with polycrystalline cells, used on building roof

Electricity (in millipoints per kWh)		Indicator		Description		Indicator		Description	
		Total	Process	Avoided	product	Total	Process	Avoided	product
Electr. AVE Europe (UCPTE)	22								
Electr. AVE Europe (UCPTE)	22	High voltage (> 24 kV)							
Electr. LV Europe (UCPTE)	26	Medium voltage (1 kV - 24 kV)							
Electr. LV Europe (UCPTE)	18	Low voltage (< 1000V)							
Electricity LV Austria	23	Low voltage (< 1000V)							
Electricity LV Belgium	8.4	Low voltage (< 1000V)							
Electricity LV Switzerland	33	Low voltage (< 1000V)							
Electricity LV Great Britain	8.9	Low voltage (< 1000V)							
Electricity LV France	6.1	Low voltage (< 1000V)							
Electricity LV Greece	47	Low voltage (< 1000V)							
Electricity LV Italy	37	Low voltage (< 1000V)							
Electricity LV the Netherlands	46	Low voltage (< 1000V)							
Electricity LV Portugal									
Transport (in millipoints per km)		Indicator		Description		Indicator		Description	
		Total	Process	Avoided	product	Total	Process	Avoided	product
Delivery van <3,5t	1,0	Including fuel production							
		Road transport with 30% load, 33% petrol unloaded, 35% diesel loaded, 29% diesel (18% without catalyst) (European average including return)							
Truck 16t	3,6	Road transport with 40% load (European average including return)							
Truck 28t	2,2	Road transport with 40% load (European average including return)							
Truck 28t (volume)	8	Road transport per m3/m. Use when volume in stead of load is limiting factor							
Truck 40t	15	Road transport with 50% load (European average including return)							
Passenger car W-Europe	2,9	Road transport per km							
Rail transport	3,9	Rail transport, 20% diesel and 80% electric trains							
Tanker inland	5	Water transport with 65% load (European average including return)							
Tanker oceanic	0,8	Water transport with 54% load (European average including return)							
Freighter inland	5,1	Water transport with 70% load (European average including return)							
Freighter oceanic	1,1	Water transport with 70% load (European average including return)							
Average air transport	7,8	Air transport with 78% load (Average of all flights)							
Continental air transport	12,0	Air transport in a Boeing 737 with 25% load (Average of all flights)							
Intercontinental air transport	8,0	Air transport in a Boeing 767 or MD 11 with 7% load (Average of all flights)							
Intercontinental air transport	7,2	Air transport in a Boeing 767 with 25% load (Average of all flights)							
Recycling of waste (in millipoints per kg)		Indicator		Description		Indicator		Description	
		Total	Process	Avoided	product	Total	Process	Avoided	product
Recycling PE	-2,40	86							
Recycling PP	-2,10	86							
Recycling PS	-2,40	86							
Recycling PVC	-1,70	86							
Recycling paper	-1,2	32							
Recycling cardboard	-8,3	41							
Recycling Glass	-15	51							
Recycling Aluminium	-7,20	60							
Recycling Ferro metals	-7,0	24							

Waste treatment (in millipoints per kg)		Indicator		Description		Indicator		Description	
		Total	Process	Avoided	product	Total	Process	Avoided	product
Incineration									
Incineration PE	-1,9								
Incineration PP	-1,3								
Incineration PUR	2,8								
Incineration PET	-6,3								
Incineration PS	-5,3								
Incineration Nylon	1,1								
Incineration PVC	37								
Incineration PVDC	66								
Incineration Paper	-12								
Incineration Cardboard	-12								
Incineration Steel	-32								
Incineration Aluminium	-110								
Incineration Glass	5,1								
Landfill									
Landfill PE	1,9								
Landfill PP	3,5								
Landfill PET	3,1								
Landfill PS	4,1								
Landfill EPS foam	7,4								
Landfill foam 20kg/m ³	9,7								
Landfill foam 100kg/m ³	4,3								
Landfill Nylon	3,6								
Landfill PVC	2,8								

Landfill PVDC	2.2	
Landfill Paper	4.3	CO ₂ and methane emission disregarded
Landfill Cardboard	4.2	CO ₂ and methane emission disregarded
Landfill Glass	1.4	Almost inert material, indicator can also be used for other inert materials
Landfill Steel	1.4	Almost inert material on landfill, indicator can be used for ferro metals
Landfill Aluminium	1.4	Almost inert material on landfill, indicator is valid for primary and recycled alu.
Landfill of 1 m ³ volume	140	Landfill of volume per m ³ , use for voluminous waste, like foam and products
Municipal waste		
Municipal waste PE	-1,1	Indicator is not valid for voluminous waste and secondary materials
Municipal waste PP	-0,13	
Municipal waste PET	1	
Municipal waste PS	2	Not valid for foam products
Municipal waste Nylon	3,1	
Municipal waste PVC	10	
Municipal waste PVDC	16	
Municipal waste Paper	0,77	
Municipal waste Cardboard	0,64	
Municipal waste ECCS Steel	-5,9	Valid for primary steel only!
Municipal waste Aluminium	-23	Valid for primary aluminium only!
Municipal waste Glass	2,2	
Household waste		
Paper	-0,13	44% separation by consumers
Cardboard	-1,3	44% separation by consumers
Glass	-6,9	52% separation by consumers

In Europe, 22% of municipal waste is incinerated, 78% is landfilled.

Separation by consumers of waste for recycling (average European scenario)

Naziv proizvoda: **SPREMINIK 7000/4001**
 Crtič broj.: **1041069** Kupac: **Ziegler G**
 Količina: **1 kom.** Datum: **5.2.09.** Broj.:

Proračun površine spremnika

Naziv pozicije	Materijal	Dužina mm	Širina mm	Debljina mm	Površina m ²	Kom	Površina m ²	Faktor izračuna mase	Masa kg
Bočne strane	GFK	2850,00	1784,00	12,00	5,08	2,00	10,17		201,34
Krov	GFK	2850,00	2478,00	12,00	7,06	2,00	14,12		270,5
Dno	GFK	2850,00	2478,00	12,00	7,06	2,00	14,12		270,5
Čeone strane	GFK	2478,00	1495,00	12,00	3,70	2,00	7,41		97,68
Poprečna pregrada	GFK	2478,00	1495,00	8,00	3,70	2,00	7,41		
Uzdužna pregrada	GFK	2850,00	1495,00	8,00	4,26	2,00	8,52		112,53
Dno pijene	GFK	830,00	1030,00	12,00	0,85	1,00	0,85		
Čelo pijene	GFK	694,00	1030,00	12,00	0,71	1,00	0,71		
Uzdužni nosač	GFK	300,00	2850,00	12,00	0,86	2,00	1,71		900,00
Cjevovod - uzdužni	INOX	2950,00							
Cjevovod - uzdužni	INOX	2950,00							
Cjevovod - vertikalni	INOX	1700,00							
Cjevovod - koljeno	INOX	700,00							
Cjevovod - preljev	PVC	1600,00							
Prirubnice	INOX	150,00	150,00	20,00	0,02	5,00	0,11	100,00	15,00
UKUPNO							65,15	UKUPNO	943,18

Varijan
bitnog \checkmark

Zavarivanje 4 m

$$m = \rho \cdot V$$

Transport 60 km.

SPREMIK 7000/4001

No2175	Kupac	Ziegler G	Broj:
1 kom.	Datum:	5.2.09.	

Naziv pozicije	Materijal	Duzina mm	Širina mm	Debljina mm	Površina m2	Kom	Površina m2	Faktor izračuna mase	Masa kg
Bočne strane	INOX	2240,00	1825,00	4,00	4,09	2,00	8,18	31,45	257,14
Krov	INOX	2240,00	2478,00	4,00	5,55	2,00	11,10	31,45	349,14
Dno	INOX	2240,00	2478,00	6,00	5,55	2,00	11,10	47,15	523,43
Čeone strane	INOX	1980,00	1555,00	4,00	3,08	2,00	6,16	31,45	193,66
Poprečna pregrada	INOX	1980,00	1555,00	4,00	3,08	2,00	6,16	31,45	193,66
Uzdužna pregrada	INOX	2240,00	1555,00	4,00	3,48	2,00	6,97	31,45	219,09
Dno pjene	INOX	755,00	1030,00	4,00	0,78	1,00	0,78	31,45	24,46
Čelo pjene	INOX	694,00	1030,00	4,00	0,71	1,00	0,71	31,45	22,48
Uzdužni nosač	INOX	300,00	2240,00	6,00	0,67	2,00	1,34	47,15	63,37
Cjevod - uzdužni NW80	INOX	2400,00						3,28	7,87
Cjevod - vertikalni 64X2	INOX	1800,00						1,87	3,37
Cjevod - koljeno NW125	INOX	700,00						6,89	4,82
Cjevod - koljeno NW50	INOX	500,00						2,21	1,10
Cjevod - preljev NW150	INOX	1555,00						8,32	12,94
Prirubnice	INOX	150,00	150,00	20,00	0,02	5,00	0,11	100,00	15,00
UKUPNO								52,61	1891,54

Bogong - Yangsho (4,1x2 + 5,5x2 + 3,05x2) m
Unheimp - zbyg sylt Dorsina 52 m

Transfer 16 to 60 hr.

SPREMINIK 7000/400!					
Naziv proizvoda	N02175	Kupac	Ziegler G	Datum:	Broj:
Crtež broj.:	1 kom.		5.2.09.		
Proračun dužine zavara spremnika					
Naziv pozicije	Dužina mm	Kontinuitet zavara	Dužina zavara mm	Jednostrani/dvostrani zavar	Broj zavara (jednostrukim)
Bočna/čeona strana	1555,00	1,00	1555,00	2,00	4,00
Bočna strana/krov	2240,00	1,00	2240,00	2,00	2,00
Bočna strana/dno	2240,00	1,00	2240,00	2,00	2,00
Čeone strana/krov	2478,00	1,00	2478,00	2,00	2,00
Čeone strana/dno	2478,00	1,00	2478,00	2,00	2,00
Uzdužna pregrada/čeona strana	1555,00	0,30	466,50	2,00	4,00
Uzdužna pregrada/dno	2240,00	0,30	672,00	2,00	2,00
Uzdužna pregrada/krov	2240,00	0,30	672,00	2,00	2,00
Poprečna pregrada/bočna strana	1555,00	0,30	466,50	2,00	4,00
Poprečna pregrada/dno	2478,00	0,30	743,40	2,00	2,00
Poprečna pregrada/krov	2478,00	0,30	743,40	2,00	2,00
Poprečna/uzdužna pregrada	1555,00	0,30	466,50	2,00	8,00
Uzdužni nosači/dno	2240,00	1,00	2240,00	1,00	4,00
UKUPNO					85395,20